

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE- ARBAOUI Abdellah-
DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Conception Des Systèmes d'Irrigation et de Drainage

THEME :

**Caractérisation de la station d'épuration KOUININE et
évaluation de la qualité des eaux dans la région de oued
souf pour l'irrigation de la palmeraie (100ha)**

Présenté par :

M^r FRIDJAT OUSSAMA

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M^r MESSAHEL	M.C	Président
M^{me} L.S BAHBOUH	M.A.A	Examinatrice
M^{me} H. BOUCHAMA	M.A.A	Examinatrice
M^{me} S. HARKAT	M.A.B	Examinatrice
M^r Y. BOUNAH	M.A.B	Examineur
M^r O. RAISSI	Ing en chef	Promoteur

Septembre-2013

∞ Remerciements ∞

Avant tout, je remercie **DIEU** qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de courage pour achever mes études.

Au terme de cette modeste étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à **Mr: RAISSI. O** (Mon promoteur) pour avoir contribué à l'élaboration de cette présente thèse et à ma formation durant les années de spécialité.

Je remercie également tous mes professeurs à l'ENSH.

Je remercie encore mes amis particulièrement RIDHA et HAYDAR pour sa fidélité et l'amitié pendant la période universitaire qu'on garde les meilleurs souvenirs. Tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans l'élaboration de ce modeste travail.

Mes remerciements aussi à tous les membres de jury.

FRIDJAT OUSSAMA

Dédicace

Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail, en signe de respect et de reconnaissance envers :

Mes chers parents pour tous les sacrifices et leur soutien moral et matériel dont ils ont fait preuve afin que je réussisse.

Une spéciale dédicace pour :

Mes frères : YASSER ET MOUAD

A mes amis : RIDHA, HAYDAR, ALI, BOUBAKER

En un mot, à toute ma famille, mes amis de l'ENSH et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ma formation.

FRIDJAT OUSSAMA

يداولا تيلاولا (نينيوكة طحمب ءجلاعملا ءر ذقلا مايملا لامعتسا ءءاعل ءيناكمل ل وء ءسارءلا هءر روءمءء) لامعتسملا ءاملا ءيعون عم اءءنراقم ضرر ءب كلءو ءجلاعملا مايملا ءيعون ءيءءب اءهو ؛ بي ءارزلا ل اءملا بي ءكلءو ءطءملا ر اوءب نيزكرمءملا نيلمعتسملا فرط ن م اءمادءءسا ءءاعل لامءءا و ؛ اءباس روءملا ل اءملا بي ء. ءيلءاف ل ءب (بي ضار لاء بي ءسء) بي ءارزلا ل اءملا بي ء مايملا هءل لامعتسا ءءاعل ن ءميءنا بي لاء ءصلء ءسارءلا هءر .

Résumé

Cette étude vise à définir les possibilités de la réutilisation de l'eau usée épurée par station d'épuration de KOUININE (W. EL-OUED), dans le secteur agricole. Nous envisageons à déterminer la qualité de l'eau épurée afin de la comparer avec les eaux exigées par les différents secteurs, et de recenser les utilisateurs potentiels situés dans le voisinage immédiat et plus lointain de la station.

Abstract.

This survey aims to define the possibility of reuse of the wastewater purified in the station of purification of KOUININE (W.EL-OUED). in the agricultural sector. We have taken into count the potential users suited in the immediate and more faraway neighborhood the station, to determine the quality of purified wastewater in order to compare it with waters required by the

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE I : PRESENTATION DU SITE

Introduction	1
I.1- Caractéristiques physiques du site	4
I.1.1-Caractéristiques climatiques	4
I.1.1.1- Précipitations	4
I.1.1.2- Températures	6
I.1.1.3- Autres paramètres climatiques	7
I.1.1.3.1- Humidité relative de l'air	7
I.1.1.3.2- Vitesse du vent	8
I.1.1.3.3- Le sirocco	9
I.2- Calcul de l'évapotranspiration potentielle	10
I.3-Les indices climatiques	11
I.3.1- Indice d'aridité de Martonne	11
I.3.2- Quotient pluviométrique d'EMBERGER	11
I.3.3-Diagramme ombrothérmique de GAUSSEN	13
I.5-Ressources en eau	14
I.6-Qualité des eaux	14
CONCLUSION	14

CHAPITRE II : CONSIDERATIONS GENERALES SUR LA REUTILISATION DES EAUX USEES

Introduction	15
II.1 -Définition d'une station d'épuration	15
II.2-Choix du site d'implantation	15
II.3 -Impact de la réutilisation des eaux épurées	15
II.3.1 -Impact de la réutilisation des eaux épurées sur l'environnement	15
II.3.2 -Impact de la réutilisation des eaux épurées sur l'être humain	16
II.4 -L'objectif réutilisation des eaux usées	16
II.5 -Les conséquences de la pollution provoquée par les eaux usées	16
II.6 -Motivations des projets de réutilisation	16
II.7 -Les usages possibles	17
II.8 - Importance des rejets	17
II.8.1 - Types de réseaux	17
II.8.2 - Taille de l'agglomération	18
II.9 - Quantité d'eaux usées a traité	18
II.10 - Estimation de la pollution	18

II.10.1-Définition de la pollution	18
II.10.2-Composition des eaux usées	19
II.11-Caractéristiques des eaux usées	19
II.11.1- Origines des eaux usées	19
II.11.1.1- Les eaux usées domestiques	20
II.11.1.2- Les eaux usées industrielles	20
II.11.1.3- Les effluents agricoles	20
II.12-Composition des Rejets	20
II.13-Les principaux paramètres de pollution	20
II.13-1-Les paramètres physiques	20
II.13.1.1-la température	20
II.13.1.2-Le PH	21
II.13.1.3-la conductivité	22
II.13.1.5-Les matières en suspension (MES)	23
II.13.1.6-Les matières volatiles sèches (MVS)	24
II.13.1.7-Les matières minérales	24
II.13.1.8-Couleur et odeur	24
II.13-2-Les paramètres chimiques de la pollution	24
II.13.2.1-Le potentiel d'hydrogène	24
II.13.2.2-La demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	24
II.13.2.3-La demande chimique en oxygène (DCO)	25
II.13.2.4-Relation entre DCO et DBO ₅	25
II.13.3-Paramètres complémentaires	25
II.13.3.1-Le phosphore	25
II.13.3.2-L'azote	26
II.13.3.3-Les métaux lourds	26
II.14-Nature et effets de la pollution	27
II.14.1- Nature de la pollution	27
II.14.2- Mesure de la pollution	28
II.15- Conséquences sur le milieu récepteur	29

CHAPITRE III : LA REUTILISATION DES EAUX USEES EN IRRIGATION

Introduction	30
III.1-Définition de la réutilisation des eaux usées	30
III.2-Avantages et inconvénients de la réutilisation des eaux usées traitées en irrigation	31
III.3-Choix du système d'irrigation	31
III.4-Techniques d'irrigation	32
III.4.1-Irrigation gravitaire – irrigation localisée	32
III.4.1.1-Irrigation gravitaire	32
III.4.1.2-Irrigation localisée	32
III.4.1.2.1-Souterraine	32
III.4.1.2.2-De surface	32

III.5-Problèmes dus à la réutilisation des eaux usées	33
III.5.1-Problèmes de colmatage	33
III.5.1.1-Colmatage biologique	33
III.5.1.2-Colmatage physique	33
III.5.1.3-Colmatage chimique	34
III.5.2-Solutions d'aménagement aux problèmes de Colmatage	34
III.6- Les risques sanitaires immédiats	34
III.6.1- Toxicité chimique	34
III.6.2- Agents pathogènes	34
III.6.3- Le consommateur	35
III.6.4- Culture légumiers	35
III.6.5- Cultures fourragères	35
III.6.6- Le personnel d'exploitation	35
III.6.7- Le voisinage immédiat	35
III.7- Problèmes liés à la plante	36
III.7.1- Le sodium	36
III.7.2- Le chlore	36
III.7.3- Le bore	36
III.7.4- Procèdes de lutte contre la phytotoxicité	37
Conclusion	37

CHAPITRE IV : METHODES ET PROCEDES DE L'EPURATION DES EAUX USEES

Introduction	38
IV.1- Données à prendre en compte pour le choix d'un procédé d'épuration	39
IV.2- Les différentes étapes du traitement des eaux usées	40
IV.2.1- Prétraitement	40
IV.2.1.1- Dégrillage	40
IV.2.1.1.1- But / utilisation	40
IV.2.1.1.2- Principe	41
IV.2.1.1.3- Dimensionnement	41
IV.2.1.1.4-Les différents types de dégrilleurs	42
IV.2.1.1.4.1- les grilles manuelles	42
IV.2.1.1.4.2- les grilles mécaniques	42
IV.2.1.2-le dessablage	43
IV.2.1.2.1-Principe	43
IV.2.1.2.2-Dimensionnement	44
IV.2.1.3-le dégraissage -désuilage	44
IV.3- Traitement Primaire	45
IV.3.1- Décantation primaire	45
IV.4-Traitement Secondaire	46
IV.4.1- Traitements physico-chimiques	46
IV.4.1.1- Avantages et inconvénients	47
IV.4.2- Traitement biologique	49
IV.4.2.1- Les procédés extensifs	49
IV.4.2.1.1- L'épandage	50
IV.4.2.1.1.1- Avantages et inconvénients de l'épandage	50
IV.4.2.1.2- Le lagunage	50

IV.4.2.1.2.1- Lagunage naturel	50
IV.4.2.1.2.1.1- Avantages et inconvénients	51
IV.4.2.1.2.2- Lagunage aéré	52
IV.4.2.2- Les procédés intensifs	53
IV.4.2.2.1- Le lit bactérien	54
IV.4.2.2.1.1- Avantages et inconvénients du lit bactérien	54
IV.4.2.2.2- Le disque biologique	56
IV.4.2.2.2.1- Avantages et inconvénients	56
IV.4.2.2.3- Les boues activées	57
IV.4.2.2.3.1- Avantages et inconvénients	58
IV.5- Traitement tertiaire	59
Conclusion	59

CHAPITRE V : DESCRIPTION DE LA STEP DE KOUININE (OUED SOUF)

Introduction	60
V.1-Réseau d'assainissement	60
V.2-Description des ouvrages de traitement des eaux résiduelles urbaines	60
V.2.1-Prétraitement de l'eau usée	60
V.2.1.1-Dégrillage	60
V.2.1.2-Dessablage	61
V.2.2-Partie biologique du traitement d'eau usée	61
V.2.2.1-Lagunes aérées-première étape	61
V.2.2.2-Lagunes aérées-deuxième étape	61
V.2.2.3-Lagunes de finition	61
V.2.3-Décharge des boues	62
V.2.3.1-Lits de séchage des boues	62
V.3-Données de base pour le dimensionnement	62
V.4-Qualité exigée des eaux usées traitées	63
V.5-Dimension	63
V.5.1-Prétraitement	63
V.5.1.1-Dégrillage	63
V.5.1.1.1-Ouvrage	63
V.5.1.2-Dessableur	65
V.5.1.2.1-Ouvrage	65
V.5.1.2.2-Pompe des sables – pompe à moteur submersible	65
V.5.1.2.3-Classificateur à sables	65
V.5.2-Lagunes d'aération (première étape)	66
V.5.2.1-Ouvrage	66
V.5.2.1.1-Dimensions	66
V.5.2.2-Aérateurs de surface flottante	67
V.5.2.2.1-Dimension d'aérateur	67
V.5.3-Lagunes d'aération (deuxième étape)	67
V.5.3.1-Ouvrage	67
V.5.3.1.1-Dimension (Surface d'eau)	67
V.5.4-Lagunes de finition	67
V.5.4.1-Ouvrage	67
V.5.4.1.1-Dimension	67
V.5.5-Lits de séchage des boues	69
V.5.5.1-Dimensions	69
V.6-Instruction de services et de maintenance des lagunes d'aération et de finition	69

V.7-Analyses des échantillons d'eau usée ou de boues	70
V.7.1-Appareils de laboratoire et réactifs pour les analyses	70
V.7.2-prise et transport d'échantillons	70
V.7.3-les paramètres analysés dans le laboratoire	71
V.7.3.1-les paramètres organiques	71
V.7.3.1.1-Les matières en suspension (MES)	71
V.7.3.1.2-La demande biologique en oxygène (DBO5)	71
V.7.3.1.3-La demande chimique d'oxygène (DCO)	71
V.7.4-les paramètres nutritifs	72
V.7.4.1-Azote totale	72
V.7.4.2-Phosphore	72
V.7.5-les paramètres toxiques	72
V.7.6- Les paramètres analysés	72
V.7.7-qualité'eaux épurées	75
Conclusion	75

CHAPITRE VI : LE RESEAU D'IRRIGATION

Introduction	76
VI.1- Définition de l'irrigation au goutte à goutte	76
VI.2- Avantages et inconvénients de l'irrigation au goutte à goutte	76
VI.2.1-Les avantages du système goutte à goutte	76
VI.2.2- Inconvénients de la goutte à goutte	78
VI.2.2.1- Colmatage physique	78
VI.2.2.2- Colmatage biologique	78
VI.2.2.3- Colmatage chimique	78
VI.3- Description d'un réseau d'irrigation au goutte à goutte	78
VI.3.1-Filtre à sable	79
VI.3.2- Filtre à tamis	79
VI.3.3-Régulateur de pression	79
VI.3.4- Les goutteurs	79
VI.4- Classification des goutteurs	79
VI.4.1- Type de fonctionnement hydraulique	79
VI.4.1.1- Les goutteurs à circuit long	79
VI.4.1.2- Les goutteurs à circuit court	79
VI.4.2-Les conduites	80
VI.4.3-Les rampes	80
VI.4.4- Les porte- rampes	80
VI.4.5- Les conduites principales	81
VI.4.6-Le calcul des besoins d'irrigation	81
VI.4.6.1-L'évapotranspiration de référence (ET _o)	81
VI.5-Réseau pluviométrique	86
VI.5.1- Précipitation moyenne mensuelle	86
VI.5.2. L'homogénéité de la série pluviométrique	86
VI.5.3. Etude de l'échantillon	86

VI.7-Ajustement de la série pluviométrique	86
VI.7.1- Ajustement à la loi normale	88
VI.7.2. Ajustement à la loi log-normale	90
VI.10-Calcul des débits à transit par le réseau collectif	93
VI.10.2- Débits caractéristiques	93
VI.11-Dimensionnement	94
VI.11.1-Besoins journaliers	94
VI.11.2-Le pourcentage du sol humidifié	94
VI.11.3-La dose pratique	95
VI.11.4-La dose réelle nette	95
VI.11.5-la dose brute	95
VI.11.6.Fréquence des arrosages	95
VI.11.7.La durée d'arrosage	96
VI.11.8-Nombre de postes	96
VI.11.9-surface de la parcelle (poste)	96
VI.11.10-surface de la rampe	96
VI.11.11.Nombre de rampes par poste	97
VI.11.12.Nombre de goutteurs par rampe	97
VI.11.13.Porte rampe au milieu de la parcelle	97
VI.12- Dimensionnement du bassin d'irrigation	98
VI.13- Calcul hydraulique du réseau	98
VI.13.1- Conditions hydrauliques	98
VI.13.2- Calcul de la rampe	99
VI.13.3-Calcul du porte-rampe	100
VI.13.4 - La conduite principale	101
Conclusion	
CONCLUSION GENERALE	

Liste des tableaux

Chapitre I

Présentation du site

Tableau I.1 : Répartition de la pluviométrie de station	4
Tableau I.2 : Répartition mensuelle et saisonnière des précipitations	5
Tableau I.3 : Relevés des températures en ° C	6
Tableau I.4 : Moyenne mensuelle et annuelle (%)	7
Tableau I.5 : Moyenne mensuelle de la vitesse des vents	8
Tableau I.6 : Fréquence du sirocco	9
Tableau I.7 : Moyenne mensuelle d'évaporation	10
Tableau I.8 : Limite des climats d'après l'indice climatique de Martonne	11
Tableau I.9: Analyse d'eau d'EL-Oued – kouinine	14

Chapitre II

considérations générales sur la réutilisation des eaux usées

Tableau II.1: paramètres de pollution	28
---	----

Chapitre IV

méthodes et procédés de l'épuration des eaux usées

Tableau IV.1 : Les différents types de dégrillage	41
---	----

Chapitre V

Description de la STEP de KOUININE (oued souf)

Tableau V.1 : Les résultats des analyses obtenus pour l'eau brute	73
Tableau V.2 : Les résultats des analyses obtenus pour l'eau épurée	74

Chapitre VI

Le réseau d'irrigation

Tableau VI.1 : résultats d'évapotranspiration de référence	82
Tableau IV.2: Répartition des pluies moyennes mensuelles et annuelles	83
Tableau VI.3 : Test d'homogénéité	85
Tableau VI.4 : Ajustement à la loi normale	87
Tableau VI.5 : Ajustement à la loi log-Normale	89
Tableau VI.6: Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm	91
Tableau VI.7 : L'Année de calcul	91
Tableau VI.8 : Précipitation efficaces dans la zone d'étude	92
Tableau VI.9: dose d'irrigation de Palmier	92
Tableau VI.10: résultat de calcul	93
Tableau VI.11 : donnée des périmètres	94
Tableau VII.12 : résultats de calcul théorique du réseau localisé	99

Liste des figures

Chapitre I

Présentation du site

Fig. I.1: Les frontières de la région du Souf (Source: A.N.R.H)	02
Fig. I.2: Situation de la ville de Kouinine	03
Fig. I.3: Répartition mensuelles de la pluviométrie de 2002 /2012.....	04
Fig. I.4: Graphes des températures (2002/2012).....	06
Fig. I.5: Répartition Humidités moyennes mensuelles (2002/2012).....	07
Fig. I.6: Répartition des vitesses moyennes mensuelles des vents de 2002 / 2012.....	08
Fig. I.7: Répartition de Fréquence du sirocco	09
Fig. I.8: Répartition Moyenne mensuelle d'évaporation de 2002 / 2012.....	10
Fig. I.9 : Climagramme pluviométrique d'EMERGER.....	12
Fig. I.10 : Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région de Souf.....	13

Chapitre III

la REU en irrigation

Fig III.1: Irrigation localisée.....	33
--------------------------------------	----

Chapitre IV

methodes et procedes de l'epuration de seaux uses

Fig IV.1 : la configuration d'une chaîne de traitement	39
Fig IV.2 : les grilles manuelles.....	42
Fig IV.3 : les grilles mécaniques.....	42
Fig IV.4 : Prétraitement.....	44
Fig IV.5 : Décantation primaire.....	45
Fig IV.6 : Représentation du procédé physico-chimique.....	48
Fig IV.7 : Schéma de principe d'un lagunage naturel.....	52
Fig IV.8 : Schéma de principe d'un lagunage aéré.....	53
Fig IV.9 : Lit bactérien.....	55
Fig IV.10 : Le disque biologique.....	56
Fig IV.11 : procédé à boues activées.....	57

Chapitre VI

le réseau d'irrigation

Fig VII.1: description du réseau d'irrigation localise.....	1
---	---

Liste des planches

Planche 1 : plan de situation de STEP et périmètre irriguée(w .El oued)

Planche 2 : plan d'occupation du sol de périmètrekouinine (w .El oued)

Planche 3 : réseau d'irrigation par goutte à goutte de périmètre kouinine
(W .El oued)

Planche 4 : profile en long de conduite principale de périmètre kouinine
(w.El oued)

INTRODUCTION GENERALE

Le problème de pollution de l'environnement ne cesse d'accroître d'année en année, surtout en ce qui concerne la pollution hydrique (cours d'eau, nappes) du essentiellement aux eaux usées urbaines non traitées rejetées dans les cours d'eau, aux infiltrations de ces eaux dans les nappes

Il en résulte une propagation effrénée de maladie et d'épidémies dues à des contaminations hydriques (typhoïde par exemple) fléaux qui ne doivent pas exister en cette fin de vingtième siècle.

L'une des solutions préconisées et qui semble de loin la plus efficace est la réalisation de station d'épuration pour traiter les eaux usées des villes avant leur rejet dans la nature.

Les eaux épurées peuvent être utilisées aussi bien pour l'irrigation que pour les besoins industriels ne demandant pas l'utilisation d'une eau de grande qualité pour les besoins d'arrosage et de lavage de la voirie, la **STEP** contribuera ainsi d'une façon indirecte à l'essor économique de la ville.

Utiliser aussi à l'amélioration de la santé publique en éliminant le rejet sauvage des eaux usées dans la nature et en permettant l'utilisation de ces dernières dans l'irrigation du fait de la disponibilité des eaux épurées pour leur réutilisation dans l'agriculture

La **STEP** une fois réalisée contribuera aussi à l'amélioration de la santé publique en éliminant le rejet sauvage des eaux usées dans la nature et en permettant l'utilisation de ces dernières dans l'irrigation du fait de la disponibilité des eaux épurées pour leur

Dans notre projet, nous avons abordé plusieurs aspects pour une utilisation des eaux usées sans impact sur l'environnement.

Introduction :

Dans le présent chapitre, nous allons présenter la ville de Kouinine, en indiquant sa situation géographique, son topographie, son climat, ainsi que son relief.

Situation Géographique de la ville de Kouinine:

Kouinine est l'une des municipalités de la wilaya d'EL-Oued situé au Nord de la vallée du Souf (**Fig I.1**), qui appartient à la Vallée sera oasis. Elle occupe une superficie de 116 Km², et situ au centre de la route nationale N° 48, et elle est loin du siège du département d'État d'environ sept kilomètres.

En Effet, elle représente une élévation vers le sud. Tandis qu'elle baisse dans le Nord (**D.U.C**). Elle est limité par : (**Fig. I.2**)

- Au Nord : commune de Taghzout.
- Au Sud : commune d'EL-Oued et Sud l'Ouest Oued Alenda.
- A l'Est : commune de Hassani Abd Elkarim.
- A l'Ouest : Ourmès.

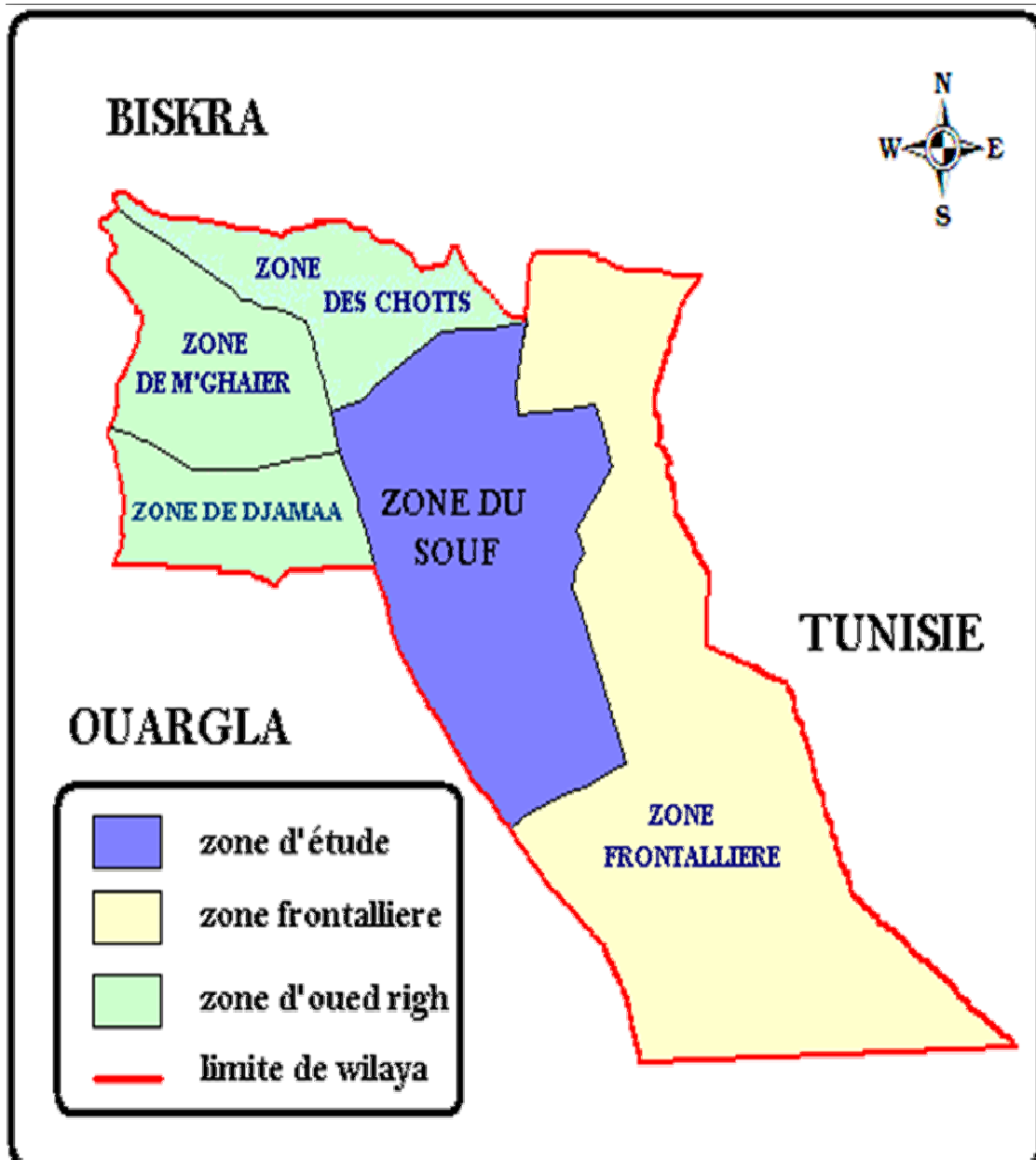


Fig. I.1: Les frontières de la région du Souf (Source: A.N.R.H).

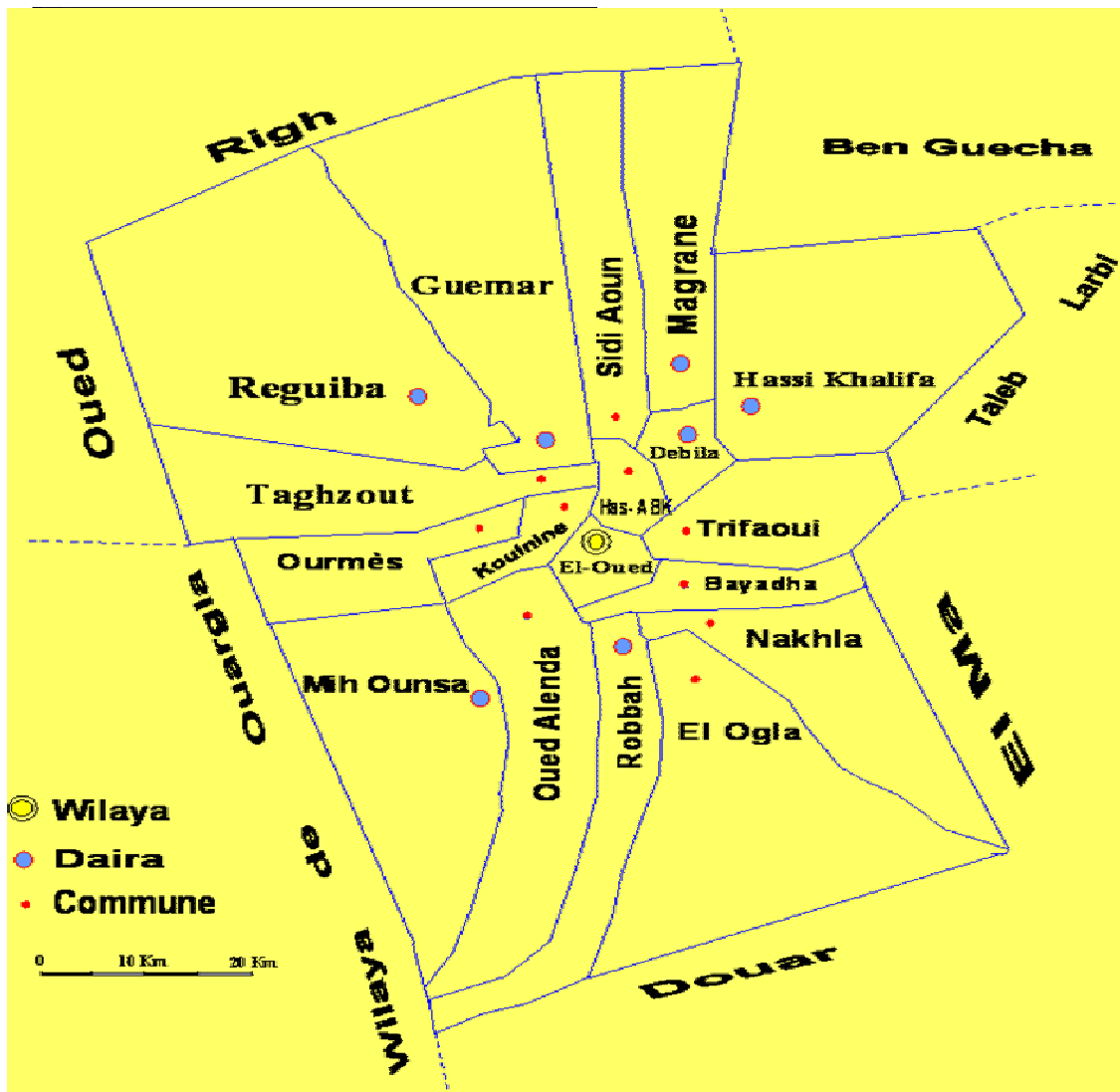


Fig. I.2: Situation de la ville de Kouinine.

I.1- Caractéristiques physiques du site :

I.1.1- Caractéristiques climatiques :

La station météorologique professionnelle d'oued souf appartenant au réseau O.N.M a été retenue comme référence pour l'interprétation des données.

Les données climatiques considérées concernent essentiellement les précipitations, les températures et d'autres phénomènes climatiques.

I.1.1.1- Précipitations :

Tableau I.1 : Répartition de la pluviométrie de station.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P (mm)	18.74	1.28	2.68	5.63	4.51	0.62	0.22	3.71	5.19	7.51	11	10.96

Source: (ONM, 2012).

D'après le tableau ci-dessus, on note une moyenne annuelle pluviale de 84.7 mm.

La commune est située sur une zone faiblement pluvieuse recevant en moyenne annuelle 84.7 mm.

Le maximum mensuelle est enregistré au mois de janvier avec 18.8 mm, quant au minimum, il est observé au mois juillet avec 0.3 mm.

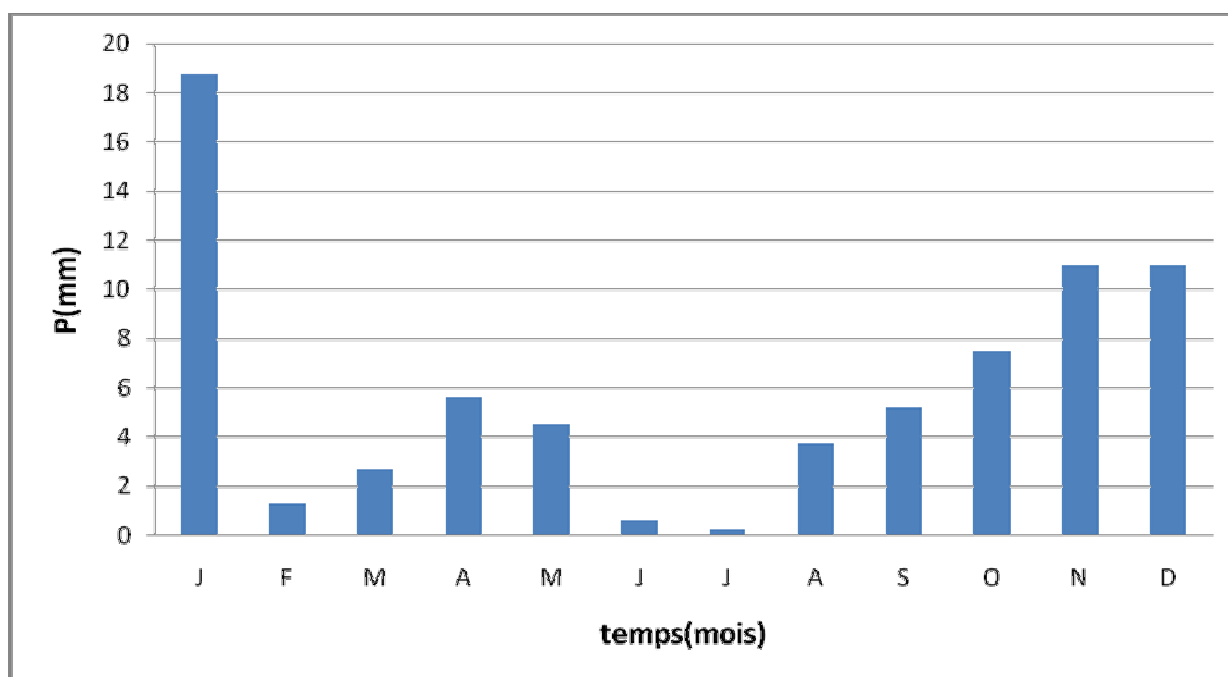


Fig. I.3: Répartition mensuelles de la pluviométrie de 2002 /2012

Tableau I.2 : Répartition mensuelle et saisonnière des précipitations.

<i>Saisons</i>	<i>Automne</i>			<i>Hiver</i>			<i>Printemps</i>			<i>Eté</i>			<i>Cumul Annuel</i> mm
<i>Mois</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>	<i>J</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>Jt</i>	<i>A</i>	
Répartition	31.32			32.28			15.49			5.6			84.7
Moyenne Mensuelle	8,12	10,2	13	11,5	18,8	1,98	2,8	8,09	4,6	1,53	0,3	3,77	84.7
Pluie maximum	5.19	7.51	11	10.96	18.74	1.28	2.68	5.63	4.51	0.62	0.22	3.71	72.05

Source: (ONM, 2012).

Le maximum des précipitations se produit en hiver avec une moyenne saisonnière de 32.28 mm,

tandis que durant l'été on observe un minimum de 5.6 mm. Elles surviennent au mois de

I.1.1.2- Températures :

Le Souf a des étés brûlants qui sont aussi durs que ceux observés dans le Sahara Central. En hiver par contre, les températures peuvent être très basses, ou le thermomètre indique jusqu'à 5°C et jusqu'à 50°C en été.

Tableau I.3 : Relevés des températures en ° C.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T _{max} (°C)	17	24.9	35	39	44	44.8	40	36	28	25	20	16
T _{min} (°C)	5.6	7.2	13.2	19	23.6	24	22	18.2	16	11	5.4	4.7
T _{moy} (°C)	11.3	16.07	24.1	29	33.8	34.4	31	27.1	22	18	12.7	10.37

Source: (ONM, 2012).

L'analyse de ces moyennes montre qu'au niveau mensuel, il ressort une forte amplitude thermique, les températures diminuent pendant les trois mois d'hiver, (Décembre, Janvier, Février) d'un minimum de (10.37 °C) et elles progressent pendant les trois mois d'été (Juin, Juillet, Août) d'un

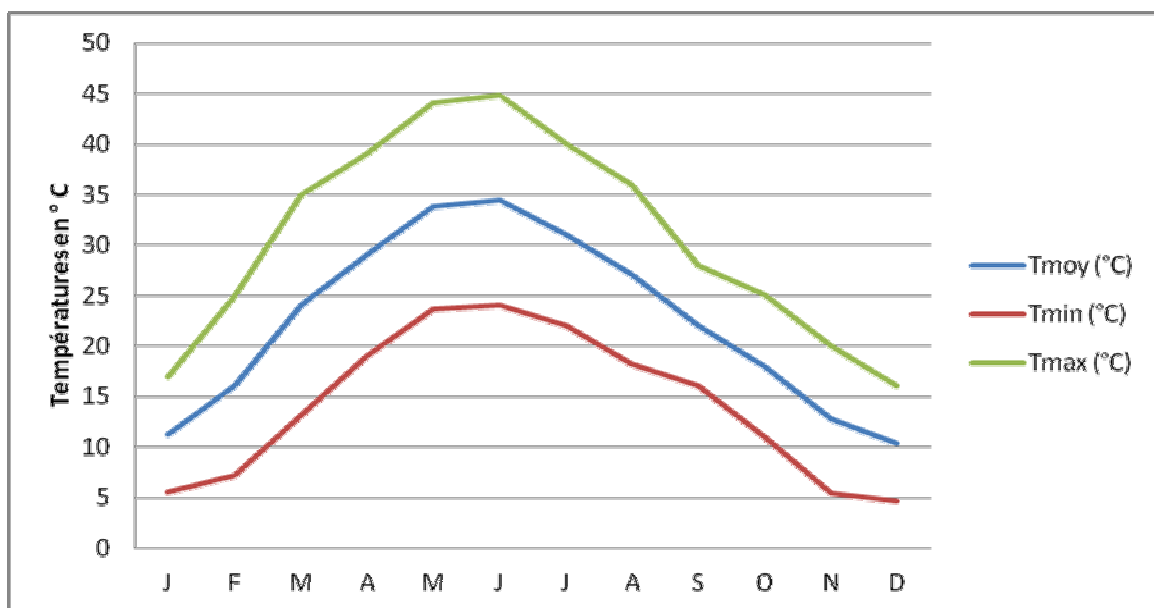


Fig. I.4: Graphes des températures (2002/2012).

I.1.1.3- Autres paramètres climatiques :

I.1.1.3.1- Humidité relative de l'air:

Dans la station d'oued souf, et pour une période de 10 ans de (2002 – 2012), l'humidité se présente ainsi:

Tableau I.4 : Moyenne mensuelle et annuelle (%).

L'humidité moyenne égale : 47.58%

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Humidité %	63.57	54.28	45.85	44	37	33.42	30.28	35.57	47	51.57	60.28	68.14

Source: (ONM, 2012).

L'humidité se manifeste durant cinq mois dans l'année, du mois d'octobre au mois février où les valeurs sont toutes supérieures à la moyenne annuelle. Le reste de l'année, notamment la période qui coïncide avec les fortes températures, l'humidité ne s'abaisse pas au dessous de 30 %.

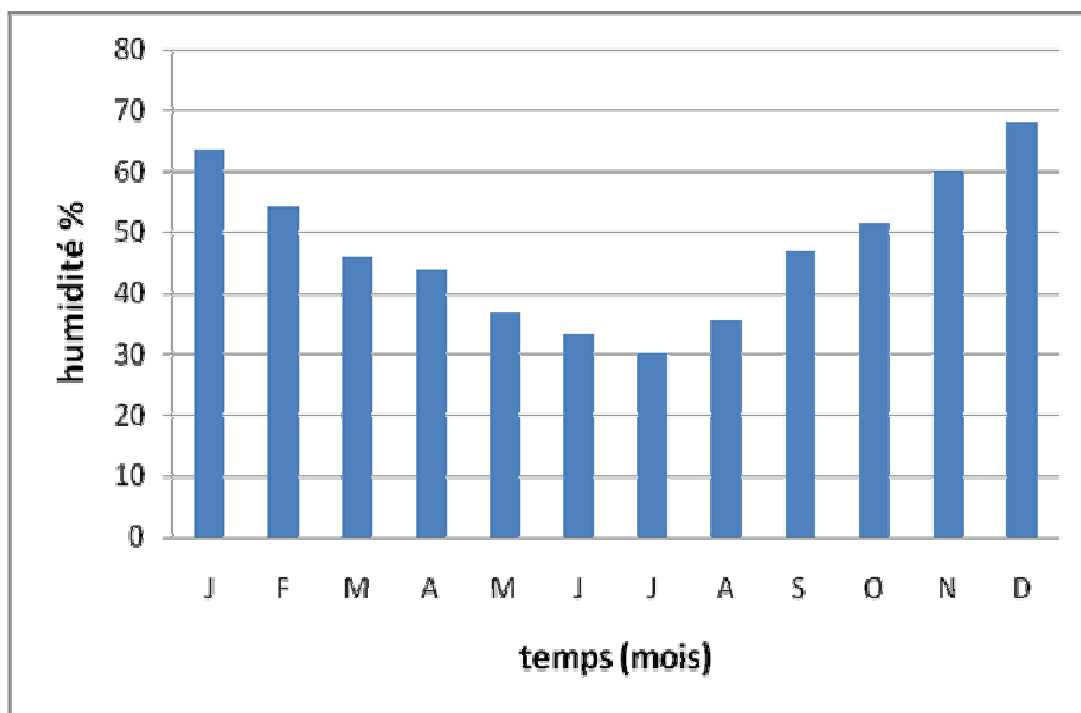


Fig. I.5: Répartition Humidités moyennes mensuelles (2002/2012).

I.1.1.3.2- Vitesse du vent :

La vitesse moyenne des vents est considérée comme « modérée » (3,02m/s).

Tableau I.5 : Moyenne mensuelle de la vitesse des vents.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
V (m/s)	2.08	2.55	3.38	4.06	4.03	3.83	3.53	3.05	3.03	2.33	2.06	2.29

Source: (ONM, 2012).

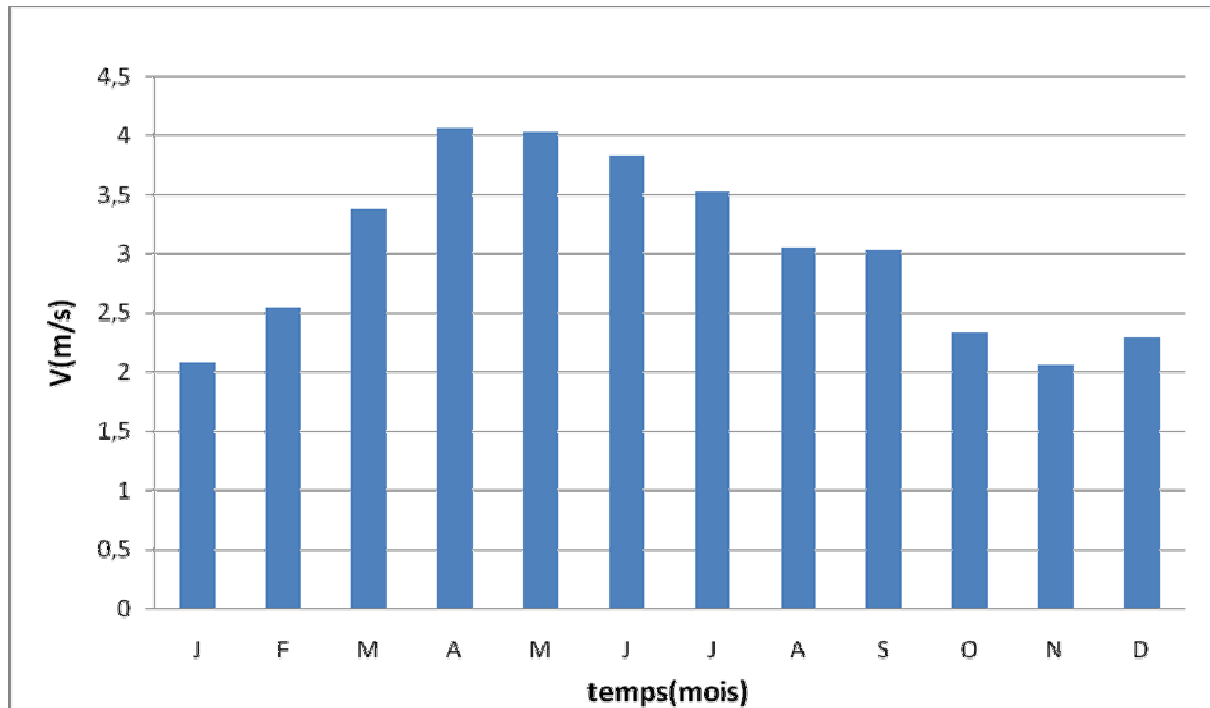


Fig. I.6: Répartition des vitesses moyennes mensuelles des vents de 2002 / 2012.

I.1.1.3.3- Le sirocco :

Le sirocco, vent chaud et sec est observé pendant 63 jours/an, étalés sur 6 mois (mai à octobre) avec une fréquence plus élevée de 35 jours durant les deux mois de juillet et aout.

Tableau I.6 : Fréquence du sirocco.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Jour/mois	0	0	0	0	7	15	19	16	5	1	0	0

Source: (ONM, 2012).

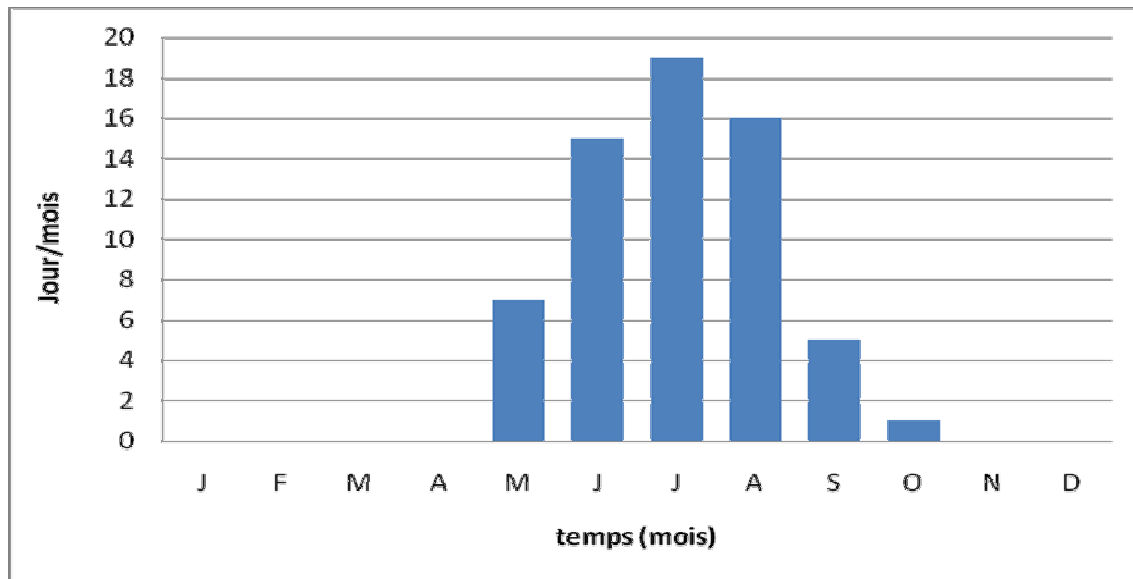


Fig. I.7: Répartition de Fréquence du sirocco.

I.2- Calcul de l'évapotranspiration potentielle :

L'évaporation est importante, atteint dans la vallée du Souf une ampleur considérable car ce phénomène physique rencontre ici les conditions nécessaires optimales : la moyenne annuelle est de 47.40 mm. Le maximum est atteint en période de moins de juin avec une moyenne de 67.7 mm. Les minimums sont enregistrés durant le moins de janvier (31 mm).

Les résultats des calculs sont représentés ci-après :

Tableau I.7 : Moyenne mensuelle d'évaporation

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Moyenne (mm)	31	34.5	45.5	52	59.4	67.7	66.1	54.6	46.3	42	37	32.5

Source: (ONM, 2012).

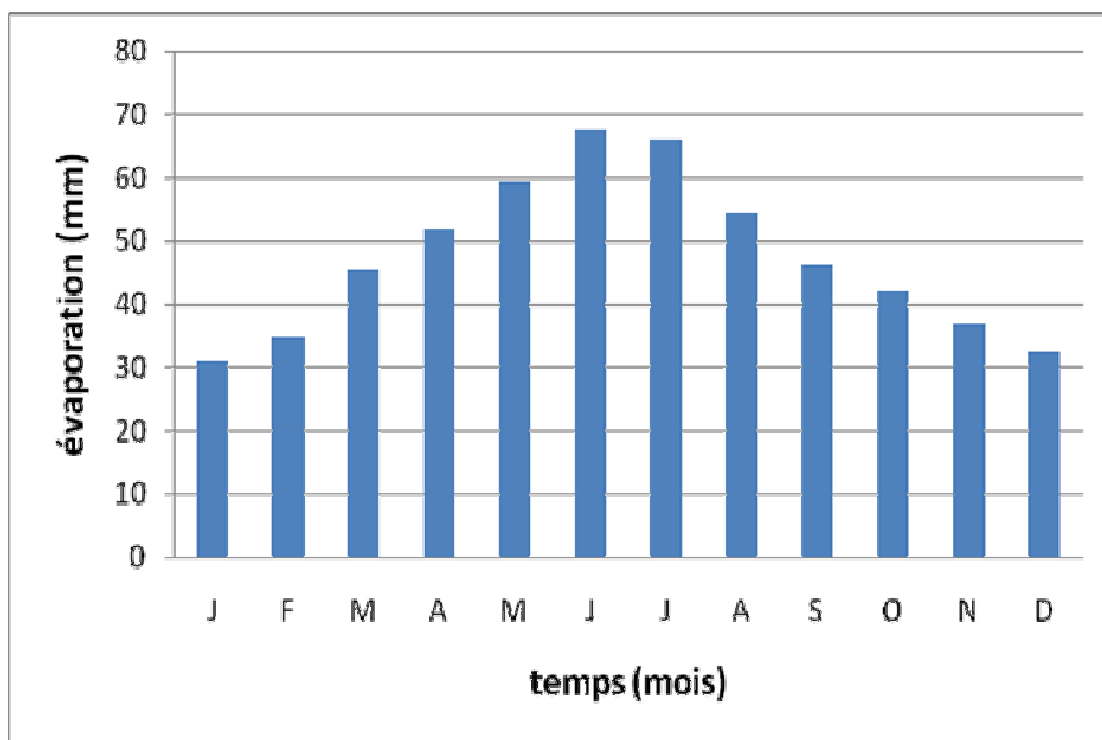


Fig. I.8: Répartition Moyenne mensuelle d'évaporation de 2002 / 2012.

I.3-Les indices climatiques :

I.3.1- Indice d'aridité de Martonne :

Il permet de connaître le degré de sécheresse de la région.

$$I_A = \frac{P}{T + 10}$$

Avec :

I_A : indice climatique.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (°C).

$$I_A = \frac{84.7}{22.48 + 10} = 2.61$$

$$I_A = 2.61$$

Tableau I.8 : Limite des climats d'après l'indice climatique de Martonne.

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

$$I_A = 2.61 \text{ donc } I_A < 5$$

D'où notre climat est désertique, donc l'irrigation est indispensable.

I.3.2- Quotient pluviométrique d'EMBERGER :

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER exprime la sécheresse globale d'un climat en faisant la comparaison entre la consommation en eau et l'apport par le rapport $\frac{P}{E}$.

$$Q = \frac{P}{M^2 - m^2} \times 2000$$

Avec :

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

M : moyenne des températures maximales (Kelvin).

m : moyenne des températures minimales (Kelvin).

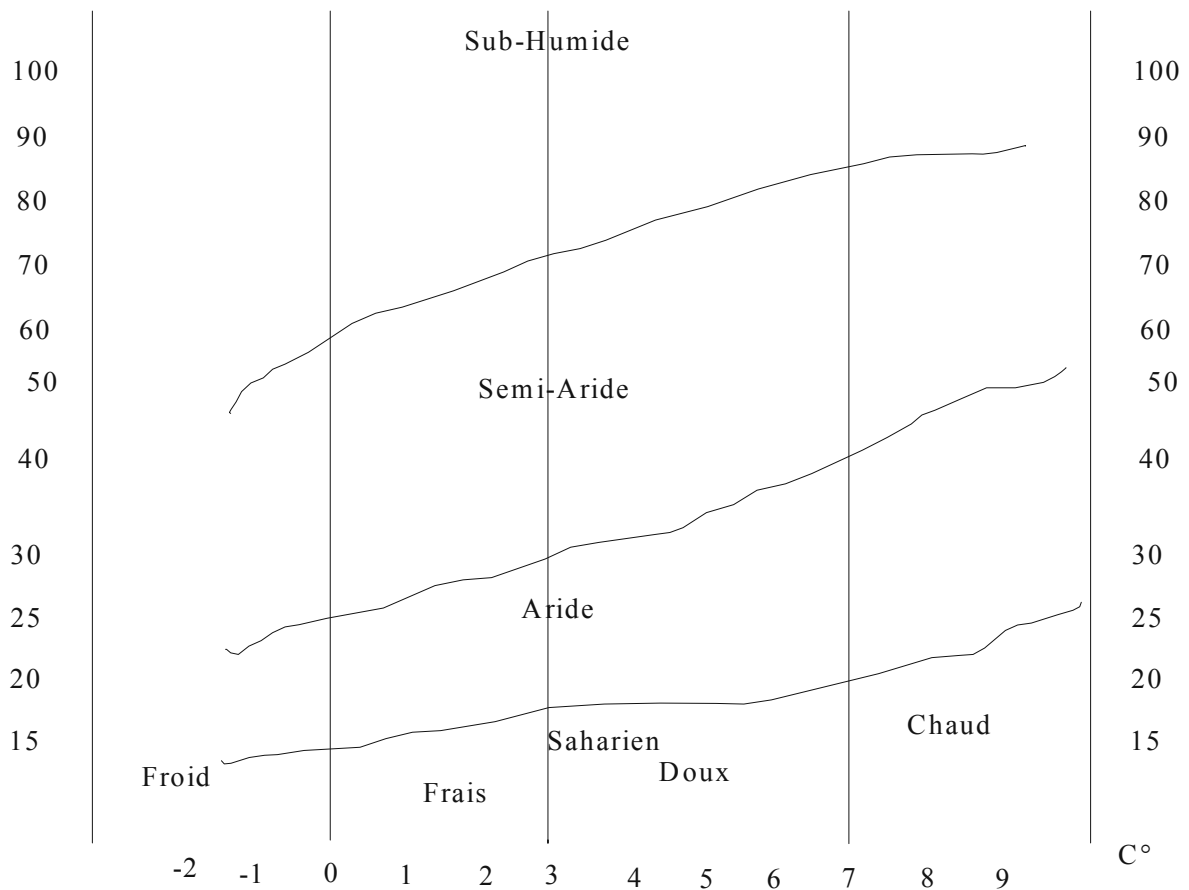
$$M=34.4+273=307.4K$$

$$m=10.37+273=283.37K$$

A.N)

$$Q=2000 \cdot \frac{84.7}{(307.4)^2 - (283.37)^2} = 11.93$$

D'après le diagramme bioclimatique d'EMBERGER (voir **Fig.I.9**), on peut dire que le climat de notre région est un climat Saharien.



Climagramme pluviométrique d'EMBERGER

Fig. I.9 : Climagramme pluviométrique d'EMERGER

I.3.3-Diagramme ombrothermique de GAUSSEN :

En se basant sur les données des précipitations et les données des températures mensuelles sur une période de 10 ans, on peut établir la courbe pluviométrique dont le but de déterminer la période sèche.

D'après, un mois sec est celui où le total moyen des précipitations (mm) est inférieur ou égal au double de la température moyenne du même mois. Cette relation permet d'établir un diagramme pluviométrique sur lequel les températures sont portées à une échelle double des précipitations.

besoins en eau d'irrigation. Lorsque les températures passent au dessus courbe des précipitations, période correspondante est déficitaire en eau, alors que la

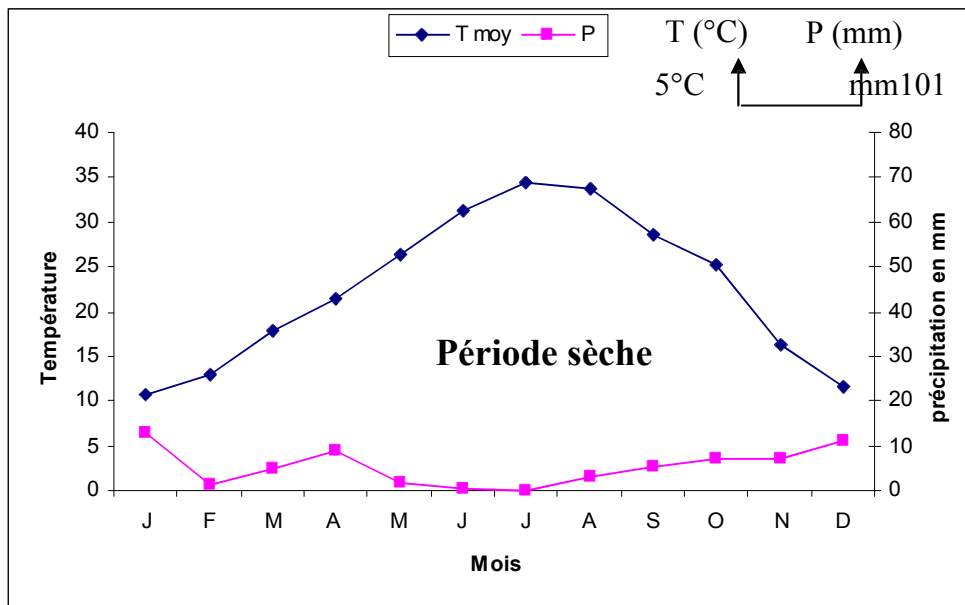


Fig. I.10 : Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région de Souf (Période 2002-2012)

I.4-Ressources en eau :

Les eaux souterraines représentent la principale ressource hydrique de la région d'Oued Souf, elles sont constituées par les ensembles aquifères suivants :

1. La nappe phréatique
2. La nappe du complexe terminal (CT)
3. La nappe du continental intercalaire (CI)

I.5-Qualité des eaux :

L'eau de Souf est généralement comme les eaux sahariennes, chargée des différents types de sels, qui sont essentiellement le chlorure de sodium et chlorure de potassium (NaCl et K Cl), le magnésium et les sulfates (Mg^{2+} et SO_4^{2-}) et le calcium ($CaCO_3$). Parmi les cations Na^+ est dominant,

parmi les anions les chlorures Cl^- et les sulfates So_4^{2-} sont les plus abondants.

Pour les éléments les plus importantes, pour les plants: " les nitrates et le phosphore, l'eau est très pauvre de ces éléments.

Le tableau ci-dessous Tableau I.9 explique ces caractéristiques.

Origine	Teneurs en milligrammes par litre					
	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	Cl^-	So_4^{--}	Co_3^-
forage kouinine	646	87	196	319	1796	50

Source : A.D.E 2012

L'aquifère superficielle est de mauvaise qualité d'eau caractérisé par un niveau piézométrique élevé sensible à la surexploitation, souvent alimenté par les eaux de drainage ou par percolation des nappes sous-jacentes à faible débit fournissant environ 02 m³/s à l'irrigation largement exploitée

Conclusion :

La commune de oued souf se caractérise par un bioclimat de type Saharien, un été chaud avec un hiver froid et sec. Avec une pluviométrie annuelle insuffisante de 84.7 mm. Ces conditions

Introduction :

Les effluents urbains sont caractérisés généralement par une pollution importante très variable qui peut provoquer des nuisances de nature écologique et sur la santé publique. La connaissance de cette pollution est donc le premier critère de choix du type de traitement à envisager.[1]

II.1 Définition d'une station d'épuration :

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

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

Une station d'épuration est constituée d'une succession de dispositifs, conçus pour extraire en différentes étapes les différents polluants contenus dans les eaux. La pollution retenue dans la station d'épuration est transformée sous forme de boues. La succession des dispositifs est calculée en fonction de la nature des eaux usées recueillies sur le réseau et des types de pollutions à traiter.[2]

II.2-Choix du site d'implantation:

L'implantation d'une station d'épuration est conditionnée par les paramètres

- L'éloignement des zones d'habitation.
- Choix d'un site où l'espace est disponible.
- Existence des emplacements nécessaires à une extension future de manière à conserver un ensemble homogène.
- Proximité des éventuels centres de consommation.[2]

II.3-Impact de la réutilisation des eaux épurées :

II.3.1-Impact de la réutilisation des eaux épurées sur l'environnement :

On reconnaît de plus en plus l'intérêt des espaces verts en milieu urbain et périurbain pour la protection de l'environnement, le cadre de vie, les activités de loisir et la production. Toutes les villes gagnent à avoir des arbres dans le paysage urbain, mais les avantages sont peut-être plus évidents dans les zones tropicales arides et semi-arides où la végétation naturelle est clairsemée, où il faut se protéger des tempêtes de sable et des vents desséchants et où les fortes températures font que l'ombre est autant une question de santé que de confort.

Chapitre II : Considérations générales sur la réutilisation des eaux usées

L'utilisation des eaux usées traitées présente des avantages multiples aussi bien au niveau économique qu'environnemental:

- La mobilisation d'une ressource potentielle en eau (dont la qualité peut être encore améliorée).
- L'économie des ressources en eau conventionnelle (permet éventuellement de différer les investissements d'une nouvelle mobilisation en eau conventionnelle).
- La protection des milieux récepteurs en particulier le littoral et le réseau hydrographique contre la pollution hydrique.
- L'atténuation des impacts liés à la sécheresse (ressource en eau indépendante du climat).

II.3.2-Impact de la réutilisation des eaux épurées sur l'être humain :

Les eaux usées traitées au niveau secondaire contiennent des éléments physico-chimiques et une pollution biologique considérable qui provoque à leur manipulation soit des allergies soit des maladies. Les allergies ont pu être imputées aux eaux usées traitées, par contre les résultats relatifs aux maladies des exploitants et de la population riveraine ne sont pas significatifs étant pratiquement semblables à toute autre population rurale. En effet, les agriculteurs ou les ouvriers qui manipulent les eaux usées traitées ne respectent pas toujours les recommandations des agents de la santé publique et omettent souvent de porter des bottes et des gants.[3]

II.4 L'objectif réutilisation des eaux usées :

L'objectif principal de la réutilisation des eaux usées est non seulement de fournir des quantités supplémentaires d'eau de bonne qualité en accélérant le cycle d'épuration naturelle de l'eau, mais également d'assurer l'équilibre de ce cycle et la protection du milieu environnant. Par définition, cette réutilisation est une action volontaire et planifiée qui vise la production des quantités complémentaires en eau pour différents usages afin de combler des déficits hydriques.[3]

II.5-Les conséquences de la pollution provoquée par les eaux usées :

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique et biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et ses activités domestiques, industrielles et agricoles.

Elle perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune aquatique, elle compromet les utilisations de l'eau et l'équilibre de milieu aquatique.[3]

II.6-Motivations des projets de réutilisation :

- ✓ L'existence d'une situation de stress hydrique, obligeant à préserver la ressource en eau,

Chapitre II : Considérations générales sur la réutilisation des eaux usées

Corrélativement, le contexte économique qui rend parfois la REUT moins coûteuse que la mobilisation d'une nouvelle ressource,

- ✓ La nécessité de protéger l'environnement, qu'il soit marin, lacustre ou souterrain, afin de permettre le maintien d'usages ou de biodiversités en aval. On peut ainsi bâtir un projet de réutilisation en vue d'une limitation du rejet dans l'environnement, voir atteindre un rejet zéro dans le milieu, pour préserver une nappe en zone karstique, une lagune dans laquelle une activité aquacole est développée, une frange littorale de conchyliculture,....
- ✓ La mise en valeur d'un territoire liée aux opportunités d'aménagement urbain, péri urbain ou rural, avec un recyclage des eaux usées traitées à des fins d'arrosage des espaces récréatifs, agricoles ou à des fins industrielles.
- ✓ Comme pour tout projet hydraulique, les projets de REUT doivent répondre à des contraintes de transfert, de stockage et de qualité des eaux (notamment en matière de bactériologie, de salinité et de métaux lourds) :
- ✓ La demande dans le temps n'est pas la même que la logique de la disponibilité ; ainsi la "production" d'EUT est quasi régulière tout au long de l'année, alors que la demande en eau des cultures obéit à des besoins modulés par les cycles agricoles et les saisons ; il faudra alors stocker l'eau pour lisser ces à coups saisonniers.
- ✓ La qualité des eaux est à la fois un avantage (présence de nutriments résiduels tels l'azote et le phosphore), mais aussi source de risque (salinité excessive éventuelle des effluents).[4]

II.7-Les usages possibles :

Théoriquement, on peut utiliser les effluents des villes pour de nombreux usages :

- Irrigation / Agriculture
- Industrie
- Usages municipaux (lavage de chaussées, arrosage).

II.8- Importance des rejets :

II.8.1-Types de réseaux :

Il existe trois (03) principaux systèmes d'évacuation :

- **Système unitaire** : qui collecte les eaux usées, les eaux pluviales et une fraction des rejets industriels.
- **Système séparatif** : qui collecte séparément les eaux usées et les eaux pluviales dans

des canalisations différentes

- **Système pseudo-séparatif** : ce système repose sur la collecte des eaux de toiture et d'espaces privés, dans la même conduite des eaux usées.[5]

II.8.2- Taille de l'agglomération :

Le volume d'eau usée rejetée par habitant et par jour varie avec la taille de l'agglomération et dans certain cas selon le niveau de développement (habitude de vie des citoyens) et selon la tarification de la consommation.

II.9- Quantité d'eaux usées a traité :

Le volume des eaux usées rejeté par habitant et par jour va généralement augmenter avec la taille de l'agglomération par suite de certaines différences d'habitudes de vie et d'une plus grande activité des secteurs économiques.

Il varie aussi suivant les régions du globe et leur niveau de développement. Il peut être aussi influencé par le mode de tarification de la consommation d'eau potable.

Sauf dans le cas particulier, on adopte les volumes journaliers suivants(par habitant).

Le débit varie au cours de la journée et l'on observe une ou plusieurs pointes.

On peut définir en appelant:

➤ Q_j : débit journalier.

➤ Débit moyen horaire journalier : $Q_m = \frac{Q_j}{24}$

➤ Débit moyen horaire diurne : $Q_d = \frac{Q_j}{14}$

➤ Débit de pointe à temps sec peut être approché par la formule:

$$Q_p = Q_m \times \left(1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m}} \right) \text{ en l/s. Et dans la limite d'un coefficient de pointe}$$

Cp inférieur à 3

Le débit de pluie (cas d'un réseau unitaire) est admis comme étant généralement égale à 3 à 5 fois le débit moyen Q_m .[2]

II.10-Estimation de la pollution :

II.10.1-Définition de la pollution:

La pollution est toute substance physique, chimique ou biologique rejetée dans une eau naturelle qui perturbe l'équilibre de cette eau, et induit d'importantes nuisances : mauvaise odeurs, des fermentations inconforts divers, risques sanitaires qui se répercutent, à court terme ou à long terme, sur notre organisme, à travers, la chaîne alimentaire de laquelle nous dépendons.[2]

II.10.2-Composition des eaux usées :

Les eaux usées sont principalement de l'eau contenant une petite quantité de déchets solides.

Ces derniers sont essentiellement composés de matière organique d'origine animale ou végétale.

Lorsqu'ils sont organiques, les déchets solides vont se décomposer. Pour un traitement plus efficace des eaux usées, ces matières organiques ont besoin d'être stabilisées ou converties en une forme qui ne risquera pas de propager les maladies ou de polluer les lacs et rivières.

Les déchets solides inorganiques doivent aussi être extraits afin que les eaux usées soient traitées correctement.

Les eaux usées contiennent aussi beaucoup de bactéries. Même si certaines de ces bactéries peuvent être pathogènes, la plupart sont en fait inoffensives. Ces bactéries non pathogènes sont très utiles parce qu'elles décomposent les matières organiques contenues dans les eaux usées. Il s'ensuit que

les bactéries non pathogènes sont à la base de tous les procédés de traitement biologique des eaux usées.[5]

II.11- Caractéristiques des eaux usées:

Un nombre de conditions sont à réunir pour envisager une utilisation planifiée et contrôlée des eaux usées, Il s'agit avant tout de connaître les caractéristiques des eaux usées et les procédés d'épuration à appliquer.

II.11.1- Origines des eaux usées:

1. les eaux usées domestiques
2. les eaux usées industrielles
3. les effluents agricoles

II .11.1.1- Les eaux usées domestiques:

Ces eaux se caractérisent par leurs fortes teneurs en matières organique ; en sels minéraux (azote, phosphoreEtc.), en détergents et en germes fécaux

Elles comprennent les eaux ménagères (eau de cuisine et de salle de bain) et eaux de vannes (constituées par l'urine et les matières fécales diluées avec l'eau de chasse).[6]

II .11.1.2-Les eaux usées industrielles :

Dans une industrie, on peut distinguer essentiellement trois sources d'eaux usées :

- les eaux de fabrication
- les eaux sanitaires
- les eaux de ruissellement et de lavage.[6]

Ces eaux peuvent contenir des produits toxiques, des métaux lourds, des polluants organiques et des hydrocarbures.

II.11.1.3- Les effluents agricoles :

Les effluents agricoles renferment diverse substance d'origine agricole ou animale ; il s'agit de solution d'engrais lessivé par les sols fortement fertilisés, des pesticides et des déjections animales.

II.12-Composition des Rejets :

La population des eaux de diverses natures et de diverses origines se manifeste généralement sous quatre formes principale : elle peut être d'origine organique ; microbiologique, toxique (minérale et organique) ou enfin être uniquement d'origine minérale par le rejet par exemple des produits fertilisants.[6]

II.13-Les principaux paramètres de pollution :

II.13.1-Les paramètres physiques :

II.13.1.1-la température :

La température est un paramètre dont le contrôle est indispensable surtout en présence d'effluents industriels. Ce paramètre peut influencer sur la solubilité des sels, la concentration de l'oxygène dissout et sur l'activité microbienne.

II.13.1.2-Le pH

➤ **Appareil:** pH Mètre

➤ **Electrode:** Electrode de pH combinée

• **Mode opératoire:**

❖ **Etalonnage de l'appareil :**

- Allumer le pH Mètre.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Prendre dans un petit bêcher, la solution tampon pH = 7
- Régler l'agitation à faible vitesse.
- Tremper l'électrode de pH dans la solution tampon pH = 7
- Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage du standard 2.
- Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée.
- Ré étalonner de la même manière avec les solutions tampon pH = 9 où pH = 4

- Puis rincer abondamment l'électrode avec l'eau distillée.

❖ **Dosage de l'échantillon:**

- Prendre environ ≈ 100 ml d'eau à analyser.
- Mettre un agitateur avec une faible agitation.
- Tremper l'électrode dans le bêcher.
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation.
- Puis noter le pH.



Photo N° 01 : pH mètre

II.13.1.3-la conductivité :

➤ **Définition :**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2 de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm .

Elle est l'inverse de la résistivité électrique.

L'unité de la conductivité est le Siemens par mètre (S/m).

La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en micro-siemens par centimètre

$$\text{Résistivité}(\Omega.cm) = \frac{1000000}{\text{conductivité}(\mu S / cm)}$$

➤ **Matériel :**

Conductimètre.

➤ **Mode opératoire :**

Chapitre II : Considérations générales sur la réutilisation des eaux usées

D'une façon générale, opérer de la verrerie rigoureusement propre et rincée, avant usage, avec de l'eau distillée.

Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner; faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soit complètement immergée.

Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur

- **Expression des résultats :**

Le résultat est donné directement en $\mu\text{S}/\text{cm}$.



PhotoN° 02: Conductimètre.

II.13.1.4-la turbidité :

- **Définition :**

Réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute.

- **Appareil :**

- HACH 2100N

- **Mode opératoire :**

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de

vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure.

- **Expression des résultats :**



Photo N° 3: Turbidimètre (HACH 2100N)

II.13.1.5- Les matières en suspension (MES) :

➤ Appareil:

- Etuve.
- Température : 105 °C.
- Matériels: Fiole, capsules, filtres, rampe de filtration, balance, dessiccateur

● Mode opératoire:

- Dans des eaux d'une faible concentration en MES, on utilise des filtres.
- Mouiller le filtre avec de l'eau distillée.
- Mettre dans l'étuve pendant quelques minutes.
- Sortir le filtre, puis le mettre dans le dessiccateur pour le refroidissement.
- Puis peser le filtre sur la balance jusqu'à obtention d'un poids stable.
- Prendre une fiole de 100 ml, laver abondamment avec de l'eau du robinet, puis avec de l'eau distillée.
- Prendre une prise d'essai de 100 ml, placer le filtre dans la rampe de filtration.
- Verser le volume d'eau (100 ml) jusqu'à filtration complète.
- Récupérer le filtre et le mettre à l'étuve à 105 °C pendant 2 heures.
- Mettre le filtre dans le dessiccateur pendant 15 minutes jusqu'à refroidissement total.
- Peser le filtre.

Formule : $M.E.S = (P1 - P2) \times 1000000 / 100 = (P1 - P2) \times 10000$

Avec :

P1 : Poids de filtre en vide.

P2 : Poids de filtre en plein



Photo N° 4 : La balance



Photo N° 5 : Dessiccateur

II.13.1.6-Les matières volatiles sèches (MVS) :

Elles représentent la fraction organique des matières en suspension, elles constituent environ 70-80 % DE MES.

II.13.1.7-Les matières minérales :

Elle représente la fraction minérale des MES. C'est la différence entre les matières en suspension et les matières volatiles en suspension. Elles représentent par conséquent le résidu de la calcination.

II.13.1.8-Couleur et odeur :

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

II.13.2-Les paramètres chimiques de la pollution :

II.13.2.1-Le potentiel d'hydrogène :

Le pH indique concentration en ions H^+ présent dans l'eau. Les micro-organismes autorisent une gamme de pH allant de 5 à 9 en milieu aérobie et 6 à 8 en milieu anaérobie.

II.13.2.2-La demande biochimique en oxygène (DBO_5) :

Elle représente la quantité d'oxygène nécessaire pour décomposer par oxydation (avec l'intervention des bactéries) les matières organiques contenues dans une eau usée.

Matières organiques + bactéries \longrightarrow boues + gaz + eau.

Généralement la pollution est dégradée d'une manière significative pendant une durée de 5 jours, au-delà de 5 jours la consommation en oxygène diminue énormément aussi on a adopté la notion DBO_5 obtenue après 5 jours d'incubation à 20°C et dans l'obscurité.

Chapitre II : Considérations générales sur la réutilisation des eaux usées

Pour être complète, l'oxydation biologique nécessite un temps de 20 à 28 jours, on mesure dans le cas DBO ultime ou DBO_{21} ou DBO_{28} , cette étant longue, on a choisi par convention une mesure après 5 jours d'incubation appelée DBO_5 . [7]

II.13.2.3-La demande chimique en oxygène (DCO) :

La DCO est la teneur en oxygène consommée par les matières oxydables (réductrices) dans des conditions définies.

En fait, cette mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau quelle que soit leur origine organique ou minérale, biodégradable ou non. [7]

La détermination de la DCO se fait par l'ajout à un volume connue d'échantillon d'une quantité d'oxygène sous forme d'agent oxydant chimiquement efficace, comme le bichromate de potassium

qui porté à ébullition pendant 2h, conduit à l'oxydation chimique. [2]

- Le rapport DCO/DBO_5 donne une estimation de la biodégradabilité des eaux usées.
- La notion e la biodégradabilité représente la capacité d'une substance ou son aptitude à être décomposée par les micro-organismes (bactérie, champignons).
- si $DCO/DBO_5 \leq 2$: le traitement se fait biologiquement.
- si $2 < DCO/DBO_5 < 5$: traitement biologique avec adaptation de souches.
- si $DCO/DBO_5 > 5$: traitement physico- chimique, l'eau est pratiquement non traitable par voie biologique.

II.13.3-Paramètres complémentaires :

II.13.3.1-Le phosphore :

Le phosphore se trouve dans l'eau usée sous forme deux formes.

- Des sels minéraux (ortho-phosphates, poly-phosphates).
- Des composés organiques.

La présence des ortho-phosphates dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains, à la décomposition de la matière organique, aux engrais phosphatés industriels entraînés par lessivage ou par infiltration.

Les poly-phosphates sont utilisés dans des nombreuses unités industrielles (industrie pharmaceutique).

Les poly-phosphates peuvent être toxique pour l'homme et sont considérés responsables des accidents cardiovasculaires. [7]

II.13.3.2-L'azote :

L'azote se présente sous diverses formes dans les eaux usées :

- Forme oxydée : azote nitreux (NO_2^-) et nitrique (NO_3^-).
- Forme moléculaire : azote dissous N_2 .
- Forme réduite : azote organique NH_4^+ .

L'azote est l'un des éléments qui favorise la prolifération des algues, par conséquent la réduction de sa teneur avant le rejet des eaux est plus que nécessaire.[7]

II.13.3.3-Les métaux lourds :

Les métaux lourds se trouvent dans les eaux usées urbaines à l'état de trace.

Des concentrations élevées sont en générale 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. Leur élimination se fait au cours de la phase de décantation et filtration du traitement. [7]

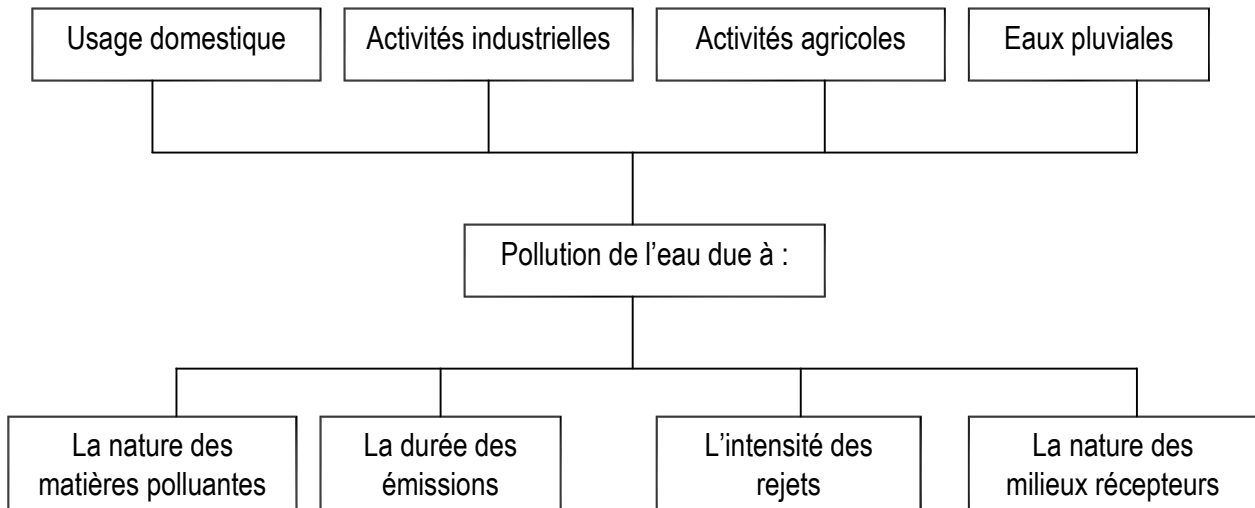
II.14-Nature et effets de la pollution :

La pollution de l'eau est une dégradation de sa qualité naturelle provoquée par l'homme et ses activités.

Cette dégradation peut compromettre du milieu vivant aquatique et rendre plus difficile ou plus coûteuse son utilisation ultérieure.

II.14.1- Nature de la pollution :

Elle peut être résumée par le schéma suivant :



-Physique

-chimique

-bactériologique

-radioactivité

-permanente

-saisonnière

-occasionnelle

-accidentelle

-très variables

-étrang, lac, mer

canaux, rivière,

importance

-sensibilité

II.14-2- Mesure de la pollution :

C'est l'usage d'un certain nombre de paramètres pour caractériser la pollution des eaux. Ces paramètres seront regroupés sous forme de tableau :

Tableau II.1: paramètres de pollution.

paramètres	unités	signification
MES	<i>mg / l</i>	Matières en suspension : c'est la pollution dissoute, la plus facile à éliminer.
DBO ₅	<i>mgO₂ / l</i>	Demande biochimique en oxygène en 5 jours : elle correspond à la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours, par les micro-organismes pour dégrader la pollution organique biodégradable.
DCO	<i>mgO₂ / l</i>	Demande chimique en oxygène : elle représente la quantité d'oxygène à fournir pour dégrader par voie chimique la pollution contenue dans un effluent.
M.A	<i>mg / l</i>	Matières azotées : elles quantifient la teneur des différentes formes d'azote dans les eaux usées (organique, ammoniacal, nitrite, nitrate).
M.P	<i>mg / l</i>	Matières phosphorées : elles mesurent la teneur en phosphore dans un effluent
M.I	Equitox	Matières inhibitrices : elles permettent de définir le degré de toxicité des eaux usées industrielles.
EqH	90 g/j de MES 57 g/j de M.O 15g/j de M.A 4g/j de M.P	Equivalent habitant : c'est une unité conventionnelle de mesure de la pollution rejetée par un habitant et par jour.
Débit	<i>m³ / heure</i> <i>m³ / jour</i>	La mesure du débit est très importante du fait de sa variation au cours de la journée. Ainsi on pourra faire face aux pointes de débit dans les réseaux.

Source: **M. KOLIAI**, cours de réutilisation des eaux usées en irrigation.

II.15- Conséquences sur le milieu récepteur :

Le rejet des eaux usées brutes perturbe l'équilibre du milieu récepteur, la quantité de pollution rejetée est devenu incompatible avec les capacités d'autoépuration des cours d'eau et provoque des conséquences néfastes :

- Dégradation du milieu naturel
- Pollution des mers, des lacs et des cours d'eau ;
- Risque de contamination des eaux souterraines.

CONCLUSION :

Les conséquences immédiates ou différées d'un rejet d'eaux usées sur le milieu récepteur sont nombreuses. Elles sont dues à la présence d'éléments polluants contenus dans l'eau sous forme dissoute ou particulaire. Par conséquent ; Il faut traiter cette eau pour limiter voir même éliminer les risques qui posent des problèmes sur la santé des habitants.

Introduction:

Les rejets d'eaux urbaines et des entreprises industrielles sont les principales origines des eaux usées réutilisées. Selon leurs origines les eaux usées sont distinguées par leurs débits arrivants à la station d'épuration, leur concentration en matière en suspension, leur DBO ainsi que par leur DCO.

Les procédés de traitement des eaux usées varient avec leurs origines, ainsi les effluents urbains sont faciles à traiter par rapport aux effluents industriels.

La réutilisation des eaux usées pour l'irrigation est surtout développée dans les pays où la ressource hydrique est très sollicitée tels que les pays du Maghreb et certains états des USA. Dans ce travail on suppose que les eaux utilisées sont celles récupérées à la sortie de la station d'épuration, autrement dit des eaux usées qui ont subies un prétraitement, un traitement primaire et un traitement secondaire.[4]

III.1-Définition de la réutilisation des eaux usées :

La réutilisation des eaux usées c'est l'emploi nouveau des «**eaux de deuxième main**», pour un usage différent de celui de son premier emploi grâce à des actions volontaires. La réutilisation peut être réalisée de deux manières :

- 1-La réutilisation directe correspond à l'emploi immédiat des eaux utilisées, après épuration sans passage par dilution de ces eaux dans le milieu naturel,
- 2-La réutilisation indirecte correspond à l'emploi, sous forme diluée, des eaux déjà utilisées, après leur rejet et dilution dans le milieu naturel (cours d'eau, eaux souterraines).
- 3-La définition stricte de la réutilisation exclut donc le recyclage. Il s'agit, dans ce cas, d'une réutilisation interne des eaux dans un cycle de production dans le but de contrôle de pollution et d'économie des ressources en eau. Le recyclage est en conséquence l'affaire de l'utilisateur initial.
- 4-De plus, la réutilisation des eaux sert à des usages nouveaux par rapport aux usages initiaux. Le nouvel usage nécessite en général un traitement des eaux pour les ramener à une qualité satisfaisante

III.2-Avantages et inconvénients de la réutilisation des eaux usées traitées en irrigation:

III.2.1-Les avantages :

- Libération des ressources en eau douce pour l'approvisionnement domestique et autres usages prioritaires.
- Contribution à la conservation de l'eau.
- Rentabilisation des stations d'épuration.
- Amélioration des résultats agronomiques (rendement).
- Protection des milieux récepteurs tels que les oueds, les ouvrages de stockage (barrages), ainsi les eaux littorales des risques de pollution.
- Exploitation des substances nutritives, contenues dans les eaux usées par les cultures

III.2.2-Les inconvénients :

- Existence d'un risque sanitaire si le processus d'épuration est insatisfaisant.
- Pollution chimique potentielle des eaux souterraines.
- Les métaux lourds peuvent atteindre des concentrations toxiques pour les cultures.
- Les eaux usées peuvent contenir des substances minérales et organiques susceptibles de provoquer une obstruction des éléments

III.3-Choix du système d'irrigation :

Le choix du système d'irrigation approprié dépend de la qualité de l'eau usée, de la culture, des coutumes, de l'expérience, de la compétence, de la capacité des agriculteurs à gérer les différentes méthodes et du risque potentiel sur l'environnement et sur la santé des agriculteurs et du public.

Les problèmes de colmatage des asperseurs, des mini asperseurs, des goutteurs et des systèmes d'irrigation souterrains peuvent être sérieux. Son développement (dépôts biologiques, bactéries, etc.) dans les asperseurs, les orifices d'émission ou les canalisations d'alimentation, produit le colmatage. Les sels et les solides en suspension peuvent également produire le colmatage.

Le colmatage le plus sérieux se produit avec l'irrigation goutte à goutte, qui est considérée comme le système idéal en ce qui concerne la protection sanitaire et la contamination des plantes, mais pourrait être difficilement utilisable si l'eau usée contient de fortes concentrations de matières en suspension (MES).[4]

III.4-Techniques d'irrigation :

III.4.1-Irrigation gravitaire – irrigation localisée :

Selon l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures sont définies comme suit :

III.4.1.1-Irrigation gravitaire:

L'eau est fournie aux plantes par remplissage de petits bassins, par planches ou par clans, par des rigoles, canaux ou raies d'irrigation.

III.4.1.2-Irrigation localisée :

III.4.1.2.1-Souterraine :

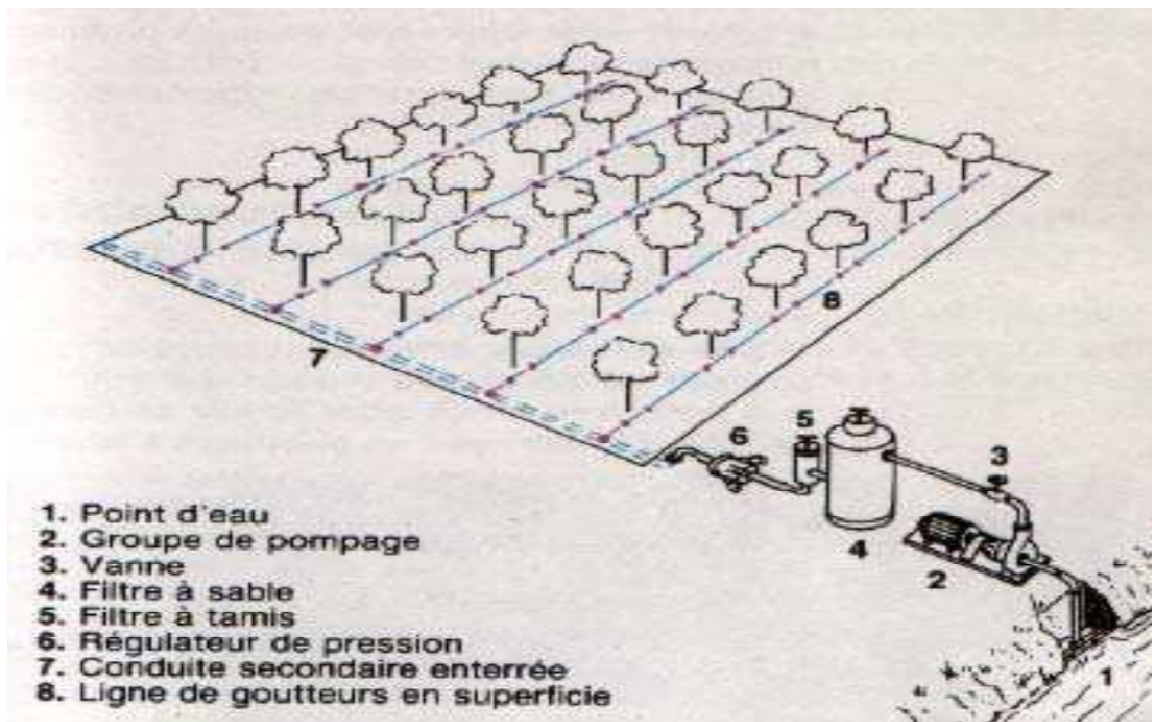
L'eau est fournie par l'intermédiaire de tuyaux perforés, de goutteurs de micro irrigation ou de drains enterrés.

III.4.1.2.2-De surface :

L'eau est distribuée au moyen de goutteurs ou de rampes perforées au voisinage de la plante. L'irrigation gravitaire ou irrigation de surface consiste donc à distribuer l'eau à partir d'un canal dans lequel l'écoulement est gravitaire et à répartir cette eau vers les parcelles au moyen de divers dispositifs de régulation. Dans la parcelle celle-ci s'infiltré à partir de bassins, rigoles ou autres zones de réduction de la vitesse de l'eau permettant son infiltration. Cette méthode est très rustique et ne demande pas de matériel particulier.

L'irrigation localisée est un terme général pour désigner un ensemble de techniques d'apport d'eau au pied des plantes, par doses faibles et fréquentes, sous forme de gouttes ou de jet à très faible pression . Les distributeurs d'irrigation localisée peuvent être posés en surface du sol ou plus ou moins enterrés (de quelques mm à 30 cm de profondeur).

Cette méthode est très exigeante en matière de conditionnement de l'eau (filtration) et de maintenance des installations pour en prolonger la durée de vie.[4]



FigIII.1: Irrigation localisée

III.5-Problèmes dus à la réutilisation des eaux usées :

La filtration :

Il n'y a pas d'irrigation localisée sans filtration. La filtration a pour objet d'extraire de l'eau, les impuretés susceptibles d'obstruer les goutteurs et donc, d'altérer le bon fonctionnement du réseau d'irrigation.

Seule une analyse d'eau réalisée par votre fournisseur vous permettra de bien définir votre choix de filtration et vous évitera de gros problèmes en pleine période d'irrigation.[4]

III.5.1-Problèmes de colmatage :

3 types de colmatage sont possibles :

III.5.1.1-Colmatage biologique:

Essentiellement lié aux eaux de surface, comportant souvent des algues, bactéries, champignons. Ce type de problème est, en général, résolu par un **filtre à sable**. Un filtre à sable doit toujours être suivi d'un **filtre à tamis**.

III.5.1.2-Colmatage physique:

Essentiellement lié aux eaux souterraines pouvant comporter des limons, argiles, coquillages. L'utilisation de **filtre à tamis ou à disque** est alors nécessaire.

III.5.1.3-Colmatage chimique:

Essentiellement lié aux ions bicarbonates, **le filtre à tamis ou à disque** est indispensable en association à un apport d'acide pour neutraliser les bicarbonates.[4]

III.5.2-Solutions d'aménagement aux problèmes de Colmatage :

Le nettoyage et la maintenance des filtres :

- Lorsqu'un filtre se colmate, la perte de charge à travers le filtre augmente, ce qui amène une baisse de pression à sa sortie. Lorsque cette différence de pression entre l'entrée et la sortie du filtre atteint 0.3 à 0.5 bar, il est nécessaire de le nettoyer.
- En filtre à sable, le nettoyage se fait par contre-lavage en faisant circuler de l'eau filtrée en sens inverse. Si son entretien est très fréquent il faut augmenter la capacité de celui-ci.
- En filtre à tamis, il faut le nettoyer avec une brosse synthétique (attention à l'ouverture du filtre qui est sous pression, purgez l'avant).
- Le nettoyage automatique s'avère nécessaire lorsque la qualité de l'eau exige plusieurs lavages par jour. Celui-ci fonctionne par différence de pression entre l'entrée et la sortie du filtre.

III.6- Les risques sanitaires immédiats:

III.6.1- Toxicité chimique :

La toxicité due aux composées chimiques (métaux lourds essentiellement) pourrait provenir de l'accumulation de ceux-ci dans les cultures (effet de concentration) et leur transmission aux consommateurs (humain ou bétail).

Il faut également signaler que les quantités de métaux lourds apportés par les boues d'eaux résiduaires utilisées en agriculture sont nettement supérieures à celles apportées par les eaux usées. De ce fait, les problèmes dus aux éléments - traces minéraux ne devaient se poser que dans certaines situations particulières. Par contre, cet aspect doit être examiné de manière plus approfondie dans le cas d'épandage d'eaux résiduaires (effluent brut).[4]

III.6.2- Agents pathogènes :

Les eaux usées sont des milieux particulièrement favorables aux développements des microorganismes de tout genre, notamment en ce qui concerne les bactéries pathogènes et les virus. La composition microbiologie des effluents est extrêmement conditionnée par les modes de vie et les conditions sanitaires régionales.

La contamination susceptible de se produire se situe à différents niveaux.[4]

III.6.3- Le consommateur :

La protection du consommateur passe par une réglementation de la qualité sanitaire des eaux utilisées pour l'irrigation. Il faut tout de même souligner l'absence d'étude portant sur les effets sanitaires liés à la REU, donc actuellement, il n'existe pas de normes bactériologiques bien définies relative à l'eau utilisée à des fins d'irrigation.

D'autre part, la qualité bactériologique dépend des cultures pratiquées. Pour certaines, un niveau de 104 à 105 bactéries coliformes sera acceptable. Pour d'autres, ce niveau pourra descendre à moins de 100 / 100 ml, nécessitant ainsi une désinfection de l'eau.[4]

III.6.4- Culture légumes:

Presque tous les cas d'épidémies cités dans la littérature concernent la consommation de végétaux crus et l'utilisation d'eaux résiduaires brutes, de matière de vidange ou de boues brutes.

Compte tenu de l'efficacité des traitements d'épuration et de la désinfection, l'utilisation des eaux résiduaires sur des végétaux à consommer crus est inacceptable, quel que soit le stade de traitement.

III.6.5- Cultures fourragères:

L'utilisation des eaux résiduaires urbaines sur prairies pâturées est possible sous réserve de respecter un délai entre épandage et pâturage. Les problèmes posés par les bactéries ne semblent pas majeurs, seuls les parasites risquent d'empêcher cette utilisation et de la réduire à des eaux traitées désinfectées. Par ailleurs il serait intéressant d'avoir des informations sur le devenir des agents pathogènes dans l'ensilage. L'utilisation des eaux résiduaires sur prairies de fauche ne semble pas poser de grands problèmes.[4]

III.6.6- Le personnel d'exploitation:

Pour le personnel d'exploitation, la prévention passe par une formation sur les précautions à prendre. Quelques études menées sur le risque sanitaire pour le personnel font ressortir que ce risque n'est pas plus élevé que pour le personnel travaillant sur les stations d'épuration.

III.6.7- Le voisinage immédiat:

Il est à mentionné également qu'une épuration insuffisante peut aussi entraîner des nuisances pour le voisinage immédiat en ce qui concerne les odeurs et le développement de moustiques. Il conviendrait donc, dans la mesure du possible que les terrains agricoles utilisés soient suffisamment éloignés des habitations et en aval par rapport aux vents dominants, d'autant plus l'irrigation qui se fait par asperseurs les risques de contamination humaine par les bactéries ou virus transportés par les aérosols sont toujours possibles. Pour remédier à cela, il a été mis en place sur certaines réalisations, une zone morte autour du périmètre irrigué ou un rideau d'arbres protecteurs.

III.7- Problèmes liés à la plante:

La phytotoxicité pose des problèmes différents de ceux de la salinité et de la perméabilité, car elle se manifeste dans le végétal lui-même comme résultat de l'absorption et l'accumulation de certaines substances contenues dans l'eau d'irrigation.

Si les eaux usées contiennent en proportion élevée des rejets industriels, peuvent être riches en métaux lourds qui font partie certains éléments indispensables à la plante en quantité faible.

Ces métaux pourraient s'accumuler dans les cultures et devenir par-là phytotoxiques et toxiques pour le consommateur.[4]

III.7.1- Le sodium:

La plupart des cultures arboricoles et autres plantes pérennes de types ligneux sont particulièrement sensibles à de faibles concentrations de sodium. Les cultures annuelles sont relativement moins sensibles mais peuvent être affectées par des concentrations plus élevées.

Les plantes absorbent le sodium en même temps que l'eau et celui-ci se concentre dans les feuilles, pouvant entraîner des dégâts (toxicité) si son accumulation atteint une concentration dépassant la tolérance de la culture.

Les symptômes caractéristiques en sont la brûlure ou le dessèchement des tissus situés sur les bords de la feuille qui, à mesure que le phénomène s'aggrave progressivement vers l'intérieur entre les nervures.

III.7.2- Le chlore:

La plupart des cultures d'arbre et autres plantes ligneuses pérennes sont sensibles au chlore à faibles doses alors que la plupart des cultures annuelles ne le sont pas. Toutefois, certaines cultures peu sensibles peuvent être affectées par des concentrations plus fortes. Les symptômes de toxicité sont : la brûlure des feuillages ou le dessèchement des tissus foliaires qui se produisent de manière caractéristique tout d'abord à l'extrême pointe des feuilles plus âgées puis progressives vers l'arrière en suivant les bords, à mesure que le phénomène s'aggrave.

III.7.3- Le bore:

Le bore est un des éléments essentiels à la croissance végétale, mais il n'est nécessaire qu'à des doses relativement faibles. En quantité excessive il devient toxique. Les problèmes de toxicité par le bore sont souvent en rapport avec la présence de cet élément dans l'eau d'irrigation, mais ils peuvent à l'occasion se manifester quand le bore se trouve naturellement dans le sol.

Il semble que la sensibilité au bore affecte des cultures très diverses. Les symptômes de toxicité se manifestent d'une manière caractéristique tout d'abord sur les bouts et les bords des feuilles plus âgées ou par des taches ou un détachement ou un dessèchement des tissus foliaires.

Le jaunissement ou les taches sont suivie dans certains cas par un dessèchement qui progresse depuis le bout de la feuille, le long des bords et vers le centrant les nervures.

III.7.4- Procèdes de lutte contre la phytotoxicité ;

Les problèmes de toxicité se manifestent à des concentrations relativement faibles dans l'eau d'irrigation. Si l'on pratique des cultures sensibles, on pourra être amène à adopter certaines techniques qui ont pour effet soit de diminuer la concentration effective des substances toxiques soit d'apporter des ajustements permettant améliorer la production avec les concentrations présentes. Pratiques visant à diminuer la concentration effective des constituants toxiques (sodium, chlore, bore) :

- arroser plus fréquemment ;
- fournir un supplément d'eau pour lessivage;
- en cas de toxicité par le sodium utiliser des amendements du sol ou de l'eau tels que le gypse...
- modifier l'approvisionnement en eau ou mélanger des eaux de Provenance différente.

Pratiques visant à s'adapter à la situation:

- faire des cultures moins sensibles;
- fournir un supplément d'azote pour obtenir une fertilité maximum du sol nécessaire à la croissance des cultures telles que les agrumes ;
- lessiver périodiquement, augmenter la fraction de lessivage, modifier le profil du sol pour améliorer la percolation de l'eau en profondeur, et installer un drainage artificiel.[4]

Conclusion:

Globalement, que ce soit avec des eaux épurées, la micro irrigation ne pose pas de problèmes technologiques insurmontables si on choisit les distributeurs présentant le moins de risques d'obstruction et si bien sûr, on installe des filtres largement dimensionnés.

Introduction :

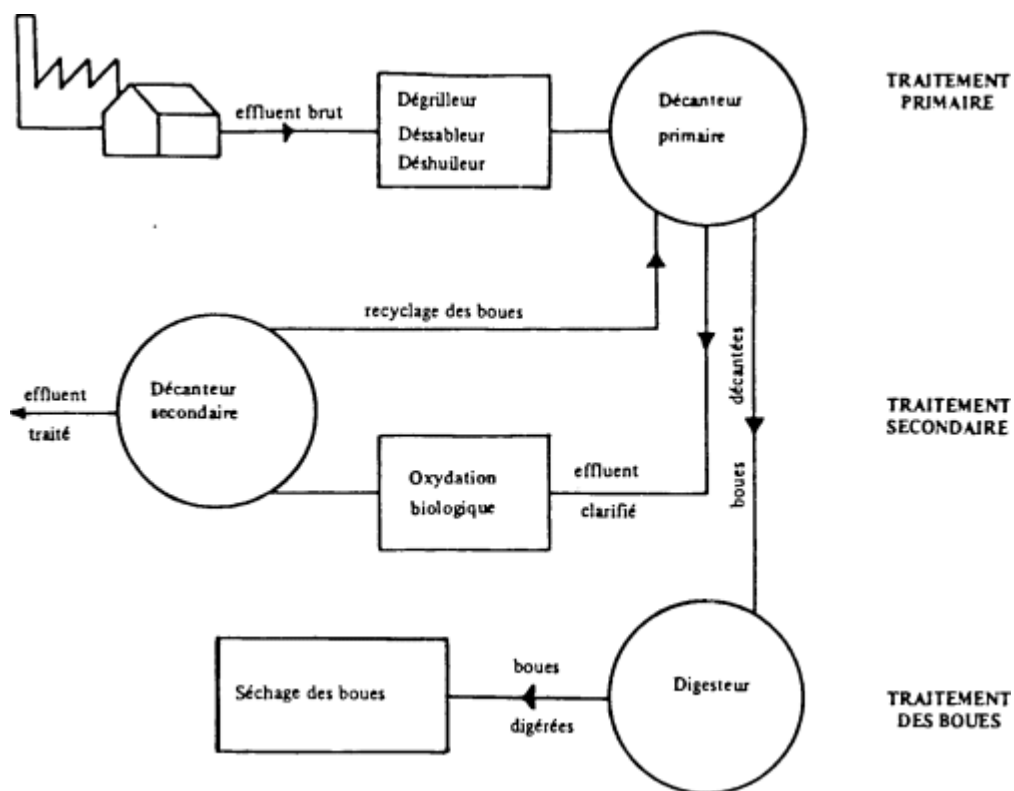
Les eaux usées constituent un effluent très chargé en matières polluantes, nuisibles aussi bien au milieu récepteur qu'aux utilisateurs.

Pour remédier à cette pollution, l'eau usée doit subir une épuration avant son rejet ou sa réutilisation.

On dispose de trois étapes de traitement pour une qualité d'eau épurée assez élevée.

1. Le traitement primaire.
2. Le traitement secondaire
3. Le traitement tertiaire

Le schéma suivant donne la configuration d'une chaîne de traitement.



IV.1- Données à prendre en compte pour le choix d'un procédé d'épuration :

Elles sont les suivantes :

- la qualité du milieu récepteur et les usages de l'eau.
- le type de réseau : fonctionnement d'une station d'épuration conventionnelle est adapté à un assainissement de type séparatif qui assure un débit régulier des eaux usées.
- La pollution : en fonction du type de pollution, différents types de procédés peuvent être utilisés.
- La population : dans les communes où la population peut varier considérablement durant l'année, le lagunage s'avère un procédé adapté. Il y a également possibilité d'utiliser un procédé physico-chimique.
- les caractéristiques du terrain : emplacement, topographie, surface disponible.
- Le coût de l'exploitation : prenant en compte les frais de main d'œuvre, les frais énergétiques, l'entretien et le renouvellement du matériel.
- Les problèmes d'exploitation et de fiabilité des installations.
- La rusticité, nécessaire pour rester réaliste vis-à-vis de plus petites collectivités (temps de travail restreint et main d'œuvre semi qualifiée).

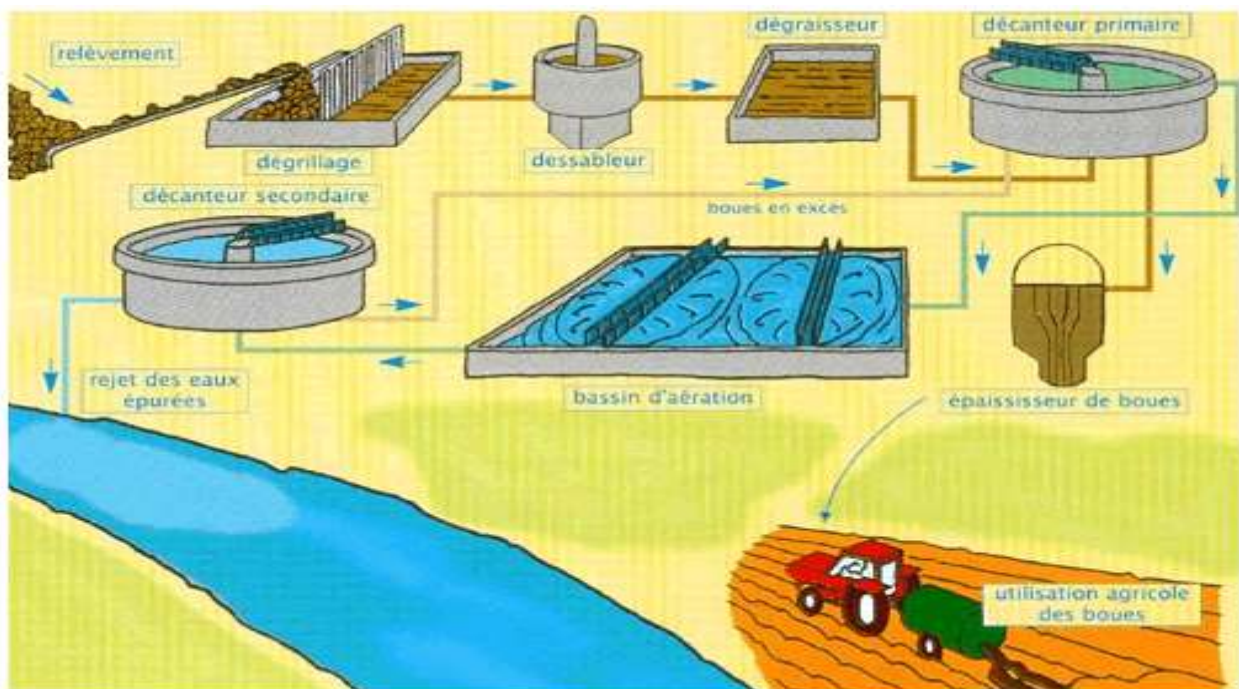


Figure IV.1 : la configuration d'une chaîne de traitement.

IV.2- Les différentes étapes du traitement des eaux usées :

Les eaux usées des agglomérations peuvent être traitées par divers procédés à des degrés d'épuration et à des coûts variables selon le niveau de qualité exigé par le milieu récepteur et les usages de l'eau.

Le but du traitement est de séparer l'eau des substances indésirables pour le milieu récepteur. Ces substances brutes ou transformées devront être évacuées de façon satisfaisante pour l'environnement.

Le processus d'épuration peut comprendre plusieurs étapes :

- Les prétraitements.
- Le traitement primaire.
- Le traitement secondaire.
- Les traitements complémentaires.
- Le traitement de boues résiduaires.

Le relevage :

Lorsque le relief l'exige, les eaux usées à traiter sont relevées jusqu'au niveau de la station à l'aide de vis d'Archimède ou de pompes.

IV.2.1- Prétraitement :

Le prétraitement a pour but de séparer les matières les plus grossières et les éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement.

Il comprend le dégrillage pour retenir les déchets volumineux, le dessableur pour obtenir une meilleure décantation, le dégraissage et le déshuilage pour éviter l'écrasement de la station par corps gras.

IV.2.1.1- Dégrillage :

IV.2.1.1.1- But / utilisation :

Le but du dégrilleur est de supprimer la majeure partie de la pollution visuelle de l'eau avant son arrivée dans des ouvrages tels que les bassins de retenue. En arrêtant les objets volumineux, il protège les ouvrages en aval des dysfonctionnements (colmatage, blocage) induits par leur intrusion. Il permet donc une concentration des déchets à un endroit où leur évacuation sera facile.[8]

IV.2.1.1.2- Principe :

Le dégrilleur est un dispositif qui permet l'arrêt de déchets solides flottants de grandes dimensions (branches, bouteilles...) au moyen de grilles à barreaux.

Différents types de dégrillage sont définis selon l'espacement des barreaux.

Tableau IV.1 : Les différents types de dégrillage.

Type de dégrillage	Espacement des barreaux
Dégrillage fin	< 10 mm
Dégrillage moyen	10 – 30 mm
Pré - dégrillage	30 – 100 mm

IV.2.1.1.3- Dimensionnement

Lors de fortes pluies le colmatage accéléré peut provoquer un débordement. Le dégrilleur devra être situé en amont du dispositif à protéger et devra aussi permettre le passage de l'eau par débordement en cas de colmatage.

Une grille génère une perte de charge hydraulique $i(m)$, telle que :

$$i(m) = D_s \times (e / E)^{4/3} \times V^2 / 2g$$

avec :

D_s : coefficient de forme des barreaux circulaire = 1,8
oblongue = 1,7

e : épaisseur des barreaux (m).

E : espace libre entre les barreaux (m), (écartement).

V : vitesse moyenne d'arrivée de l'eau.

La vitesse de traversée de la grille ne doit pas être inférieure à 0,6 m/s afin d'obtenir l'application des matières sur la grille et d'éviter les dépôts de sables. La vitesse doit osciller entre 0,8 et 0,9 m/s et rester inférieure à 1,2 m/s en débit de pointe.

Calcul de la largeur de la grille :

$$\text{Surface immergée: } S = Q \text{ de pointe} / (V \times \theta \times C)$$

avec :

V : vitesse admise pour le débit Q considéré.

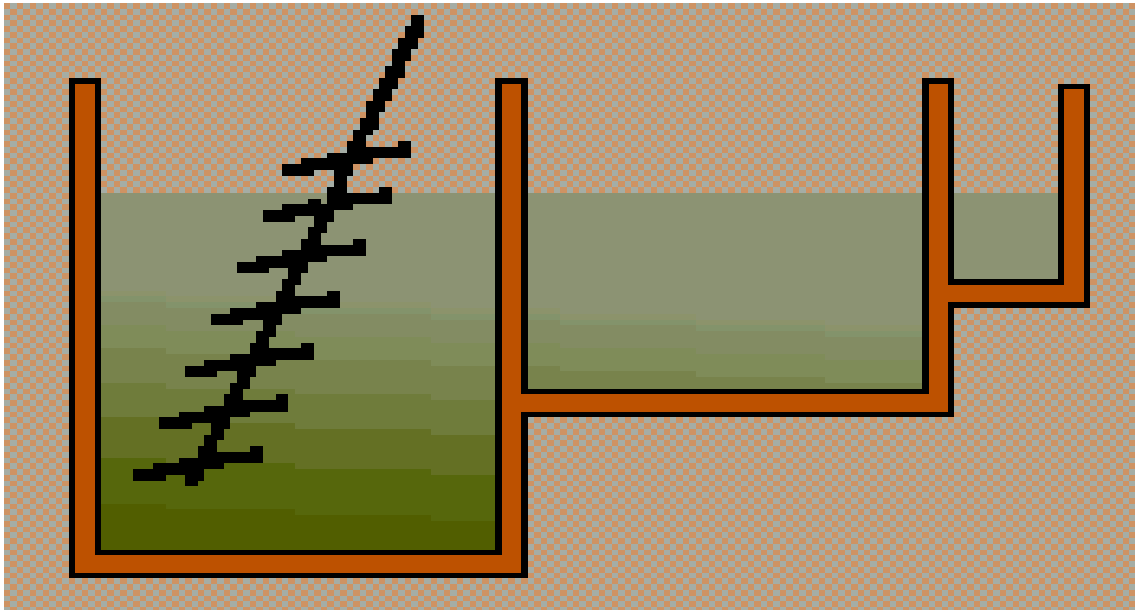
C : coefficient de colmatage.

q : coefficient de passage libre = $E / [E + e]$.

IV.2.1.1.4-Les différents types de dégrilleurs :

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

IV.2.1.1.4.1- les grilles manuelles : Elles sont réservées aux très petites installations, grille fortement inclinée (angle de 60 à 80° sur l'horizontale) et munie d'un by-pass destiné à éviter le



FigureIV.2 : les grilles manuelles

IV.2.1.1.4.2- les grilles mécaniques : Dès que la station dépasse les **5000** habitants, on doit doter l'installation de traitement de grille mécanique.



Figure IV.3 : les grilles mécaniques

IV.2.1.2-le dessablage :

Cette opération permet de séparer par sédimentation les eaux usées des gravier, sable et autres particules minérales plus ou moins fines susceptibles d'endommager les installations en aval (ensablement des conduites, des bassins.....).

Le dessablage ne concerne que les particules de diamètre supérieur ou égal à 200 micromètres. Les particules de diamètre inférieur seront << récupérées >> par décantation ultérieure. Plusieurs procédés peuvent être utilisés :

- **Le dessableur couloir simple :**

C'est un canal à section élargie et rectangulaire. La vitesse d'écoulement est maintenue constante de l'ordre de 0,3 m/s, le temps de séjour est de 1 à 2 minutes. Pour maintenir la vitesse constante, les canaux sont équipés de déversoirs de sortie à équation linéaire. Les dessableurs sont généralement prévus avec des cuvettes de stockage à nettoyage manuel grâce à une pompe suceuse baladée par pont mobile.[6]

- **Le dessableur circulaire à extraction mécanique :**

Il est encore nommé centrifugeur ou cyclone où l'effluent est animé d'un mouvement circulaire. Les sables redescendent au fond sous l'effet de leur poids. Ils ne peuvent plus remonter.

La vitesse est de 0,8 m/s et le temps de séjour est environ une minute.

L'inconvénient principal est qu'il impose des pertes de charge importantes.[6]

- **Le dessableur rectangulaire aéré :**

C'est un bassin muni d'un dispositif d'agitation fonctionnant de l'air insoufflé qui crée une rotation des liquides. Ce qui permet la décantation du sable et le rafraîchissement des eaux par l'apport d'oxygène. Le temps de séjour est de 3 à 5 minutes.[2]

On doit prévoir des terrains de séchage de sable en cas d'eaux usées domestiques, on peut avantageusement y combiner un déshuileur. Le bassin devra alors être calculé pour un temps de rétention de 10 à 15 minutes sur le débit moyen.[6]

IV.2.1.2.1-Principe :

Ouvrage constitué d'une chambre profonde, ce dispositif a été conçu pour arrêter les particules minérales les plus denses, essentiellement les sables et graviers mais aussi les débris de verres et de métaux.

Cette séparation gravitaire s'effectue par limitation de la vitesse horizontale des fluides qui doit être inférieure à la vitesse de chute des particules minérales.

Le dessableur assure donc le tri des particules denses et légères :

- en retenant au fond de la chambre de dessablement les particules minérales de densité Sèche » 1,8.

- en laissant en suspension les matières organiques de densité » 1,2.

IV.2.1.2.2-Dimensionnement :

Le dessableur doit être conçu pour que la vitesse de l'eau à l'intérieur de l'ouvrage soit comprise entre 0,2 et 0,4 m/s.

La conception du dessableur se fait en fonction du choix de la taille des particules à éliminer (0,2 mm) et de leur pourcentage à éliminer (80 à 95 %).

L'élargissement de la section du collecteur permet une réduction de la vitesse de l'eau et également une régulation (utile pour les autres ouvrages en aval).

IV.2.1.3-le dégraissage -désuilage :

Huiles et graisses de densité inférieure à celle de l'eau flottent à sa surface. Le dégraissage-désuilage consiste à récupérer ces produits selon le principe l'écumage par déversement pour les huiles, par raclage pour les graisses.

Tandis qu'à la partie inférieure du dégraisseur il ya insufflation d'air pour favoriser la remontée en surface des huiles et graisses, la partie supérieur est une zone tranquille permettant la séparation huiles-graisses-eau.

A noter que pour les collectivités ou entreprises rejetant des eaux particulièrement riches en graisses et/ou huiles, il est recommandé, voir imposé, de traiter ces eaux avant séparateurs de graisse, permettant de récupérer plus des trois quarts des corps gras ainsi déversés.

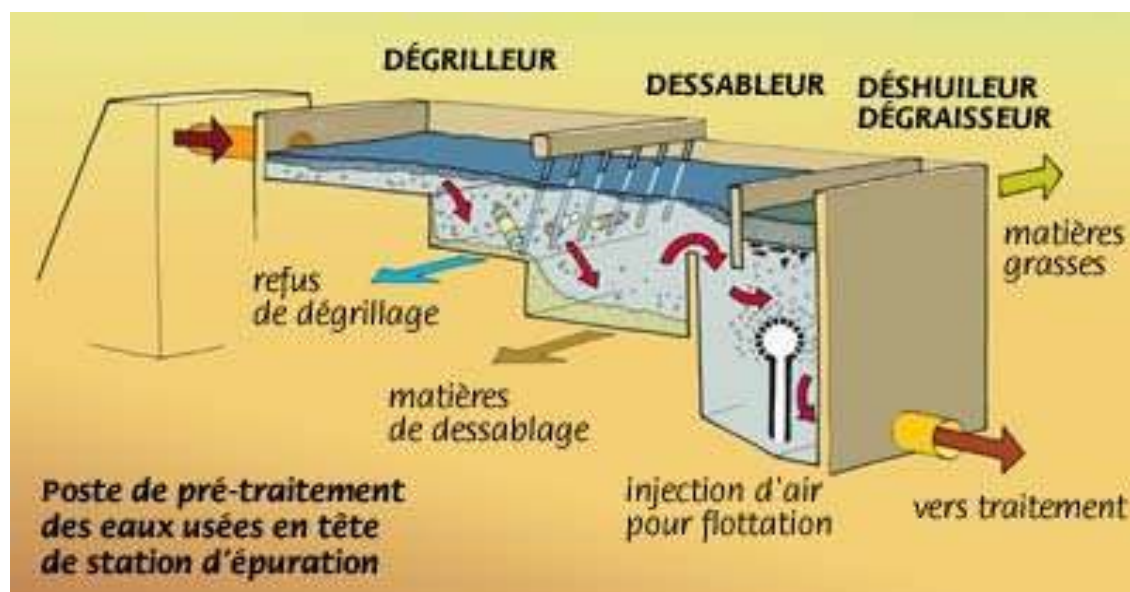


Figure IV.4 : Prétraitement

IV.3- Traitement Primaire :

Il consiste en une décantation primaire qui vise à parfaire la qualité des prétraitements notamment par la capture des MES naturellement décantables et par une élimination poussée des flottants (huiles et graisses). Elle s'effectue en décanteur lamellaire. Les boues décantées sont reprises par des racleurs de fond.

Les décanteurs lamellaires présentent de nombreux avantages :

- Permettent le fractionnement du débit
- Assurent des écoulements non perturbés

IV.3.1- Décantation primaire :

La décantation, processus essentiel du traitement primaire, a pour but :

- de retenir une fraction importante de la pollution organique,
- d'alléger la charge du traitement biologique ultérieur,
- de réduire les risques de colmatage des systèmes de traitement biologique par culture fixée (lits bactériens, disques biologiques,...)
- d'éliminer 30 à 35% de la DBO₅, 60% des MES et 90% des matières décantables (pour une eau usée domestique).
- La décantation primaire a peu ou pas d'effets sur l'élimination des virus et des bactéries ; les abattements cités sont de l'ordre de 10 à 30%.

Les décanteurs sont de très grands bassins rectangulaires ou circulaires, à fond plat système de raclage des boues ou à fond incliné pour que les boues glissent d'elles-mêmes vers le cône de collecte.

L'alimentation peut se faire frontalement (décanteur par le centre ou rectangulaire),

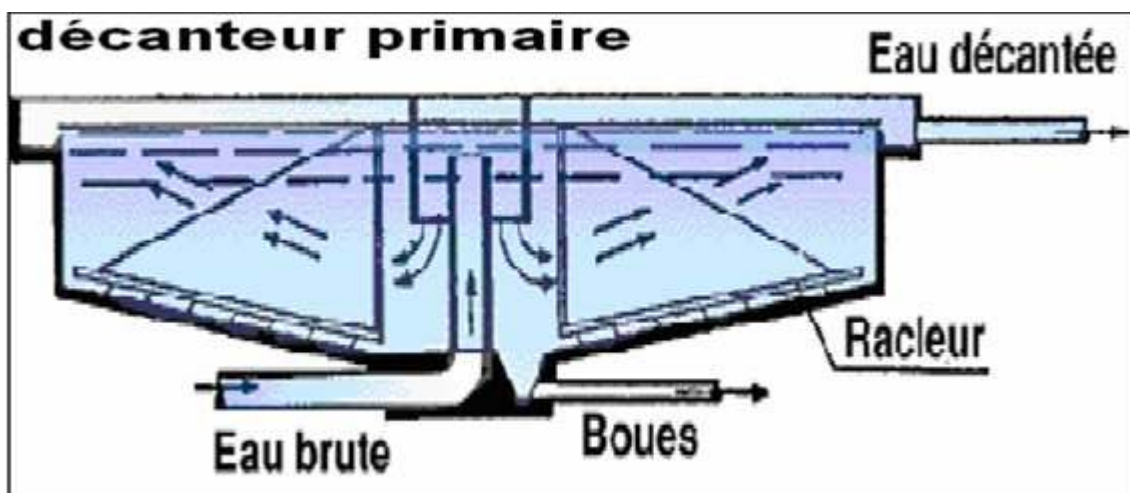
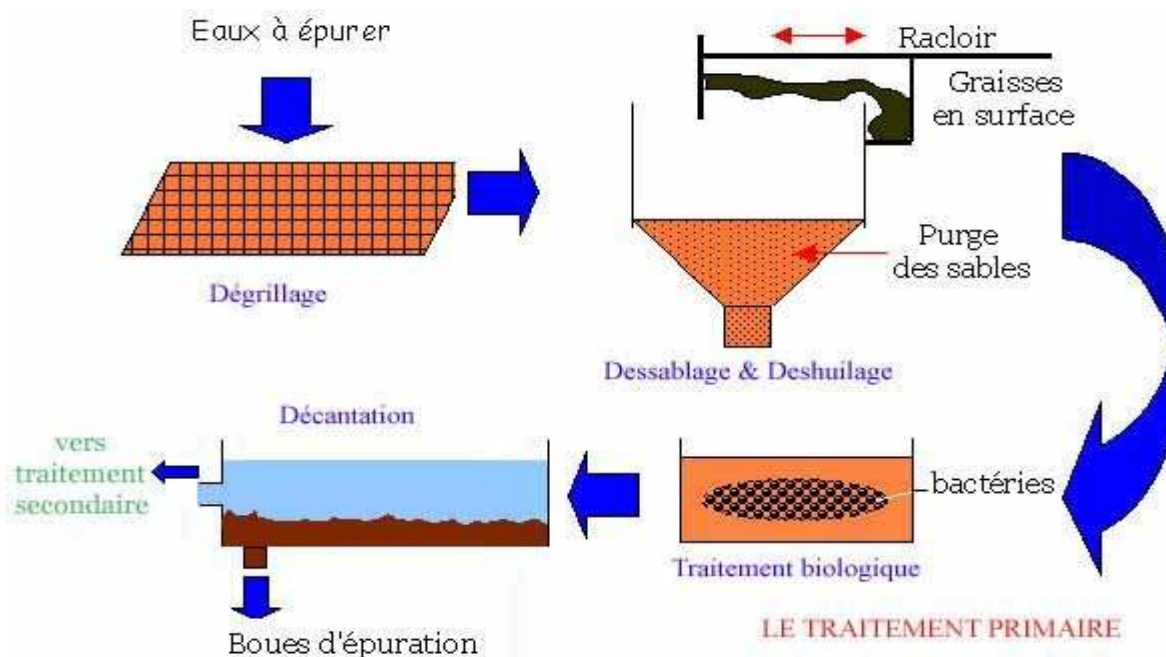


Figure IV.5 : Décantation primaire



IV.4-Traitement Secondaire :

A ce niveau, le traitement permet de se débarrasser des impuretés présentes sous forme solubles ou lorsque leur taille ne permet pas d'être piégée dans le traitement primaire.

On distingue deux types de traitement :

- Le traitement physico – chimique
- Le traitement biologique

IV.4.1- Traitements physico-chimiques:

Ce traitement passe par trois opérations principales, comme le montre la Figure IV.6.

- une coagulation
- une floculation
- une décantation ou une flottation.

Lorsque la décantation naturelle des matières en suspension dans l'eau est trop lente pour obtenir une décantation efficace, on utilise les processus de coagulation et de floculation. Une partie importante de ces solides non décantables peut être colloïdale. La surface des particules est chargée négativement, ce qui leur permet de se repousser les unes les autres et les empêche de former des masses plus larges, appelées des floccs.. Elles ne peuvent pas donc décanter.

La coagulation est la déstabilisation de ces colloïdes par la neutralisation des forces qui les tiennent séparées par addition d'un réactif chimique (le coagulant), tel que les sels de fer ou d'aluminium, le sulfate d'aluminium et le chlorure ferrique...etc.

La floculation est l'agglomération de ces particules déchargées en microflocs, puis en flocons

volumineux et décantables (le floc). Cette floculation peut être améliorée par l'ajout d'un autre réactif (le floculant ou adjuvant de floculation), tel que la silice activée, et les polymères organiques.

Après la coagulation et la floculation, la séparation de la phase aqueuse de la phase solide est réalisée par un traitement physique, décantation ou flottation.

Les traitements physico-chimiques permettent d'obtenir des abattements de 50 à plus de 90% des matières en suspension, la charge polluante organique est réduite dans des proportions bien supérieures à ce que procure une simple décantation primaire.

L'avantage de ce type de traitement est son indifférence vis-à-vis des produits toxiques (Cu, As, ...Est).

Néanmoins, ce procédé reste encore rarement utilisé comme moyen d'épuration faute de son coût excessif, un coût englobant le prix de l'exploitation et le prix des réactifs (très coûteux) ajoutant à ceux-là le prix réservé pour le traitement des boues en excès dues aux produits de précipitation.

On signale également les effets secondaires induits par ce procédé tels que les mauvaises odeurs, la coloration des effluents...

On note enfin que le traitement physico-chimique peut être utilisé pour un conditionnement de l'eau usée en vue d'un traitement biologique.

- **Avantages**

- Réponse immédiate aux variations de charge.
- Capacité des installations, meilleure intégration au site.
- Bonne élimination de la pollution toxique.
- Déphosphatation simultanée.

- **Inconvénients**

- Plus grande quantité de boues produites.
- Le coût élevé occasionné par les réactifs.
- Rendement d'épuration inférieur à l'épuration biologique.
- Risque de coloration (sels de fer sur eaux septiques).

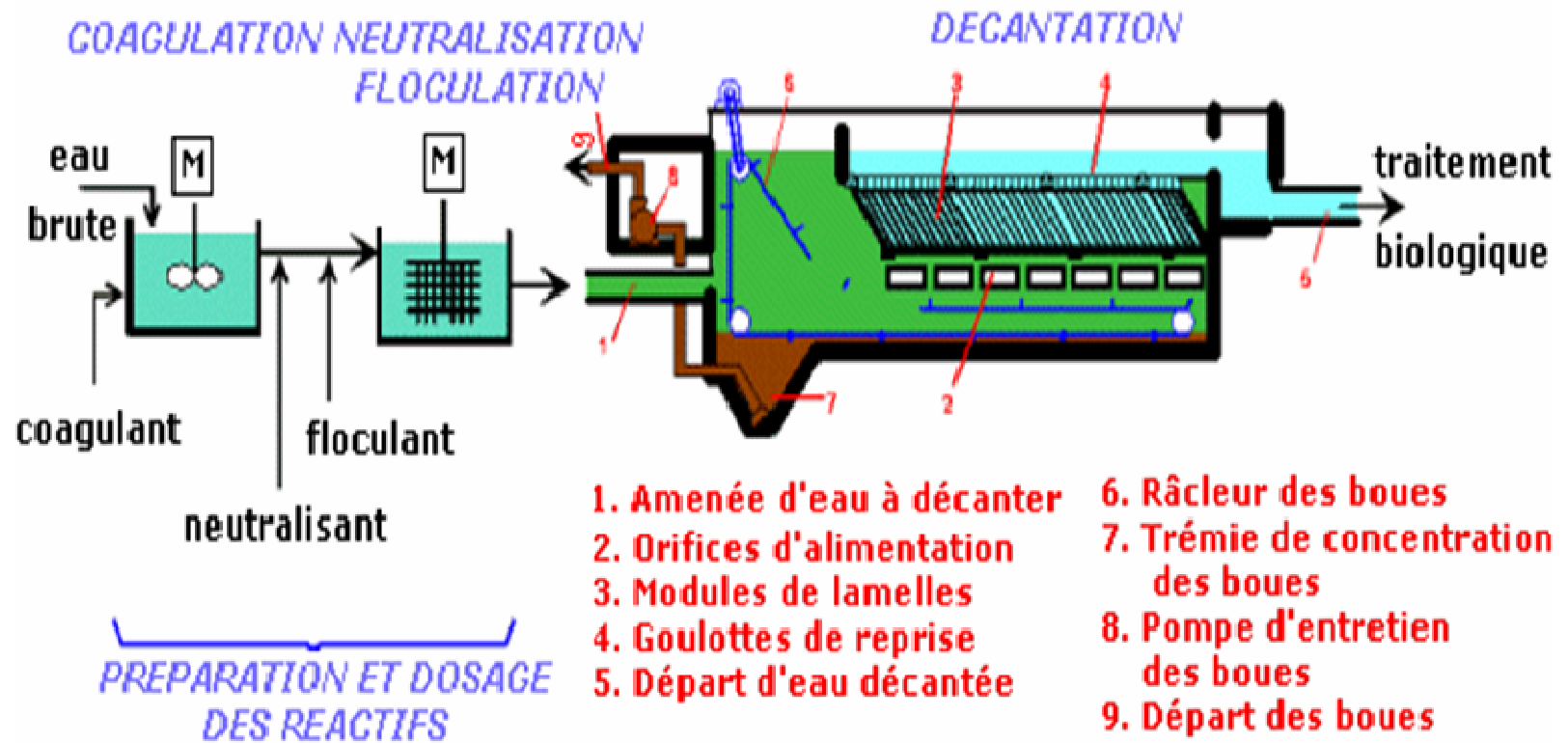


Figure IV.6 : Représentation du procédé physico-chimique.

IV.4.2- Traitement biologique :

Le traitement biologique des eaux résiduaires a pour but d'éliminer la matière organique dissoute par action des bactéries et micro-organismes.

Il permet de passer des éléments présents sous forme soluble ou colloïdale en éléments flocculables et de constituer des agrégats que l'on peut séparer de l'eau.

Il faut aussi signaler que la plupart des procédés biologiques exigent un domaine optimum de pH compris entre 6,5 et 8,5 quant à l'activité microbienne, elle est optimale à 30°C et requière des quantités suffisantes en nutriments.

On peut grossièrement classer les micro-organismes en :

- Germes aérobies qui exigent de l'oxygène pour leur métabolisme ;
- Germes anaérobies qui tirent leurs besoins énergétiques de la matière organique en absence de l'oxygène ;
- Germes aérobies facultatifs qui ont un métabolisme aérobie et un métabolisme anaérobie.

L'épuration des eaux usées fait appel à deux types de procédés :

- Les procédés extensifs ;
- Les procédés intensifs.[1]

IV.4.2.1- Les procédés extensifs :

Où l'on distingue :

- le lagunage naturel ou aéré (étangs pour eaux usées).
- l'épandage des eaux (valorisation des eaux usées dans l'agriculture).

Dans la pratique, l'épuration biologique est mise en œuvre :

-Soit dans deux ouvrages :

- Le réacteur biologique (bassin d'aération, disque ou lit, lagune aérée) dans lequel l'eau usée est mise en contact avec la biomasse aérée artificiellement ou naturellement.
- Le clarificateur dont le rôle est de séparer l'eau épurée et la boue biologique. Dans le cas d'un lagunage aéré, le dernier bassin (non aéré) fait office de clarificateur.

-Soit dans un seul et même ouvrage (cas du lagunage naturel).

IV.4.2.1.1- L'épandage :

C'est le procédé le plus ancien, Il consiste à déverser directement sur le sol perméable des eaux usées, où les granulats constituant le sol sont alors un matériau de support de micro-organismes, ces derniers servent à dégrader la matière organique. Ce procédé peut être dangereux dans la mesure où les eaux qui s'infiltrent à travers le sol peuvent contaminer les nappes.

L'épuration par épandage présente un certain nombre de risques tel que L'intoxication à travers la chaîne alimentaire, la contamination des nappes et le risque de colmatage des sols.

Elle présente par contre l'avantage d'être un procédé simple et très économique, n'exigeant pas de grands moyens de mise en œuvre ou d'exploitation et permettant la fertilisation des sols pauvres par un apport de substances nutritives contenues dans l'effluent.[1]

IV.4.2.1.1.1- Avantages et inconvénients de l'épandage :

- **Inconvénients :**

L'épuration par épandage présente un certain nombre de risques qui peuvent être : L'intoxication à travers la chaîne alimentaire, la contamination des nappes et le risque de colmatage des sols.

- **Avantages :**

L'épandage présente l'avantage d'être un procédé simple et très économique, n'exigeant pas de grands moyens de mise en œuvre ou d'exploitation et permet la fertilisation des sols pauvres par un apport de substances nutritives contenues dans l'effluent.

IV.4.2.1.2- Le lagunage :

On distingue principalement deux types de lagunage :

- Le lagunage naturel
- Le lagunage aéré.

IV.4.2.1.2.1- Lagunage naturel :

L'épuration se déroule naturellement par passage de l'eau dans une succession de bassins généralement dans lesquels des algues sont présentes, des bactéries et microorganismes. Où l'aération est naturelle.

Dès son admission dans le premier bassin, l'eau abandonne par décantation les particules solides en suspension. Les sels minéraux pouvant être précipités par réactions chimiques et biochimiques.

La profondeur de ces bassins est généralement comprise entre 1 m et 1,8 m. ceux-ci sont dimensionnés de façon à ce que le temps de séjour de l'eau soit de l'ordre de 40 jours (cas de climat méditerranéen).

La capacité des bassins étant très grande par rapport au volume d'eau admis. On assiste à un phénomène de dilution de l'effluent.

Si les bassins sont bien conçus, il y a un effet tampon sensible. Ce qui permet d'admettre des à-coups de charge important.

Les espèces vivant dans les lagunes naturelles sont très nombreuses et varient en fonction du climat, de la charge appliquée, de la qualité de l'effluent et de la profondeur. On rencontre à la fois des bactéries, des micro-algues et des microorganismes.[9]

IV.4.2.1.2.1.1- Avantages et inconvénients du lagunage naturel :

- **Avantages :**

- Adaptation aux variations de charges polluantes.
 - Contrôles et entretien réduit.
 - Aucune source d'énergie.
 - Investissement modéré si le terrain est disponible à bas prix.
 - Bon rendement sur les germes pathogènes.
 - Bon rendement sur le phosphore.

- **Inconvénients :**

- Surface nécessaire très importante.
- Imperméabilité des bassins nécessaire.
- Rendement faible au climat froid.
- Temps de séjour élevé.

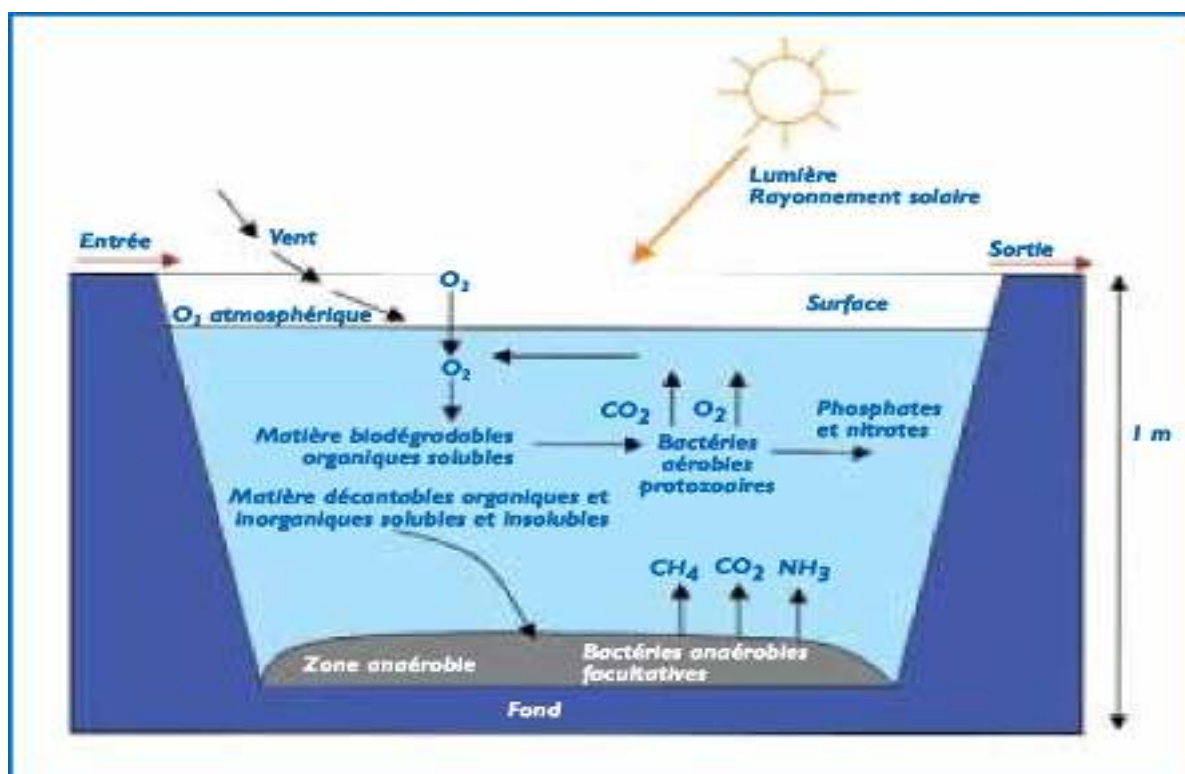


Figure IV.7 : Schéma de principe d'un lagunage naturel

IV.4.2.1.2.2- Lagunage aéré :

Le dimensionnement des lagunes peut être réduit de moitié en réalisant l'oxygénation dans le premier bassin par des aérateurs mécaniques ou par diffuseur d'air. La puissance nécessaire est de l'ordre de w/m^3 .

Outre le fait que ce type de lagune coûte, au niveau de l'exploitation, plus cher que les lagunes naturelles (consommation d'énergie, entretien électromécanique), il est nécessaire d'être plus strict au niveau construction. La protection des digues par du béton maigre, des pierres ou des feuilles de plastique est indispensable pour éviter l'érosion et la rupture des digues due au batillage de l'eau provoqué par les aérateurs.

Dans les deux cas, les ouvrages devront être le plus étanches possible afin d'éviter d'une part la contamination de la nappe et d'autre part des difficultés de remplissage.

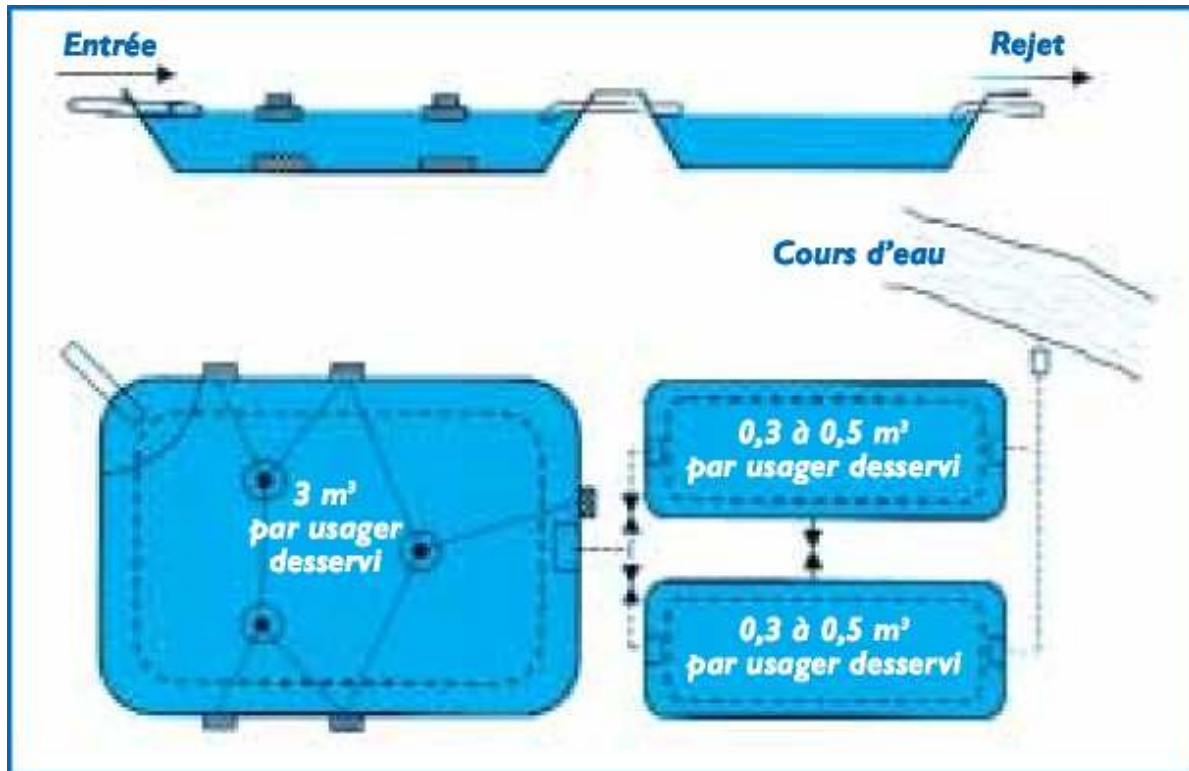


Figure IV.8 : Schéma de principe d'un lagunage aéré

IV.4.2.2- Les procédés intensifs :

Dont le but est de décomposer de façon biochimique par oxydation les matières non séparables par décantation qui n'ont pas pu être éliminées par des procédés mécaniques des eaux usées. En même temps une nouvelle substance cellulaire se forme. La substance cellulaire a un poids spécifique qui est plus grand que celui de l'eau d'égout et de ce fait une décantation est possible. Parmi ces

- les lits bactériens.
- les disques biologiques.
- Boues activées.

IV.4.2.2.1- Le lit bactérien :

Ce traitement a pour but l'élimination des matières organiques biodégradable et la nitrification de l'azote contenu dans l'eau usée.

Le procédé consiste à alimenter en eau préalablement décantée un ouvrage contenant une masse de matériaux servant de support aux microorganismes épurateurs qui forment un film biologique.

La nature du garnissage définit :

- Le mode d'alimentation de l'ouvrage : arrosage ou submersion.
- Le mode clarification de l'eau épurée : décantation ou filtration.
- Le mode d'extraction des boues biologiques en excès : pompage dans le décanteur secondaire ou lavage cyclique de garnissage.[1]

IV.4.2.2.1.1- Avantages et inconvénients du lit bactérien :

- **Avantages :**

Un bon rendement est atteint avec un choix convenable du matériau et des dimensions des pores (augmentation de la surface spécifique). Les lits bactériens sont aussi performants dans le cas d'effluents urbains ou dans le cas de certaines industries spécifiques (parfumeries, agro-alimentaires).

Entre autre l'exploitation d'une station à lits bactériens reste très simple : pas de gestion de stock de boues.

- **Inconvénients :**

Les traitements préalables doivent être performants, faute de quoi, un encrassage progressif apparaît qui contraint à vider, laver et remettre en place le matériau du lit. Les fréquentes odeurs enregistrées au changement de saisons.[1]

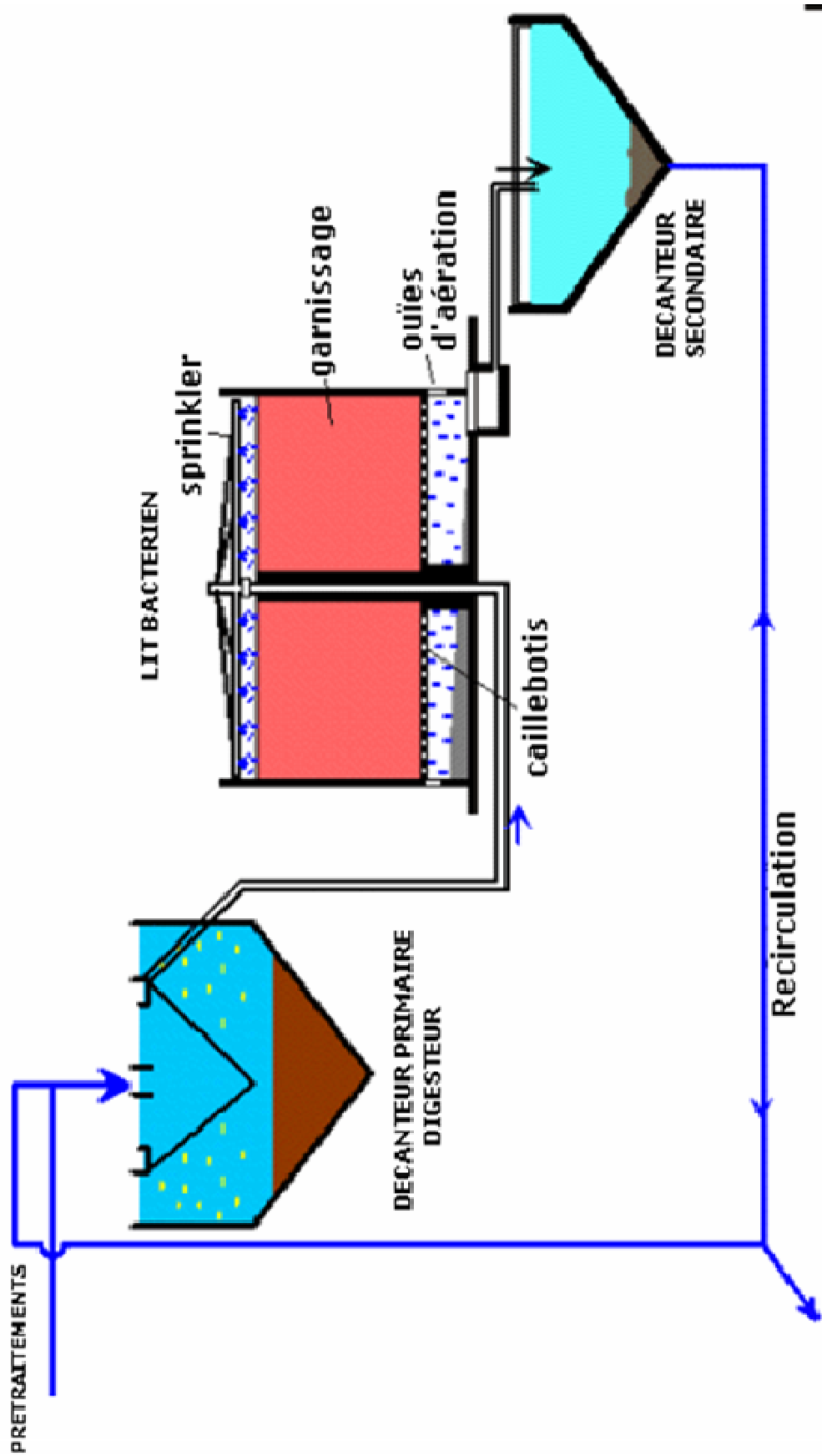


Figure IV.9 : Lit bactérien

IV.4.2.2.2- Le disque biologique :

Dans le procédé à biodisque, le support est constitué par des disques parallèles régulièrement

espacés sur un axe horizontal, tournant à faible vitesse et immergés sur la moitié de leur hauteur. Ce mouvement induit une oxygénation de la culture pendant la période d'immersion.

- La profondeur d'immersion des disques (généralement deux mètres) ;
- La vitesse de rotation de l'arbre qui doit être optimale pour permettre une aération et une fixation des bactéries convenable ;
- La température qui doit être comprise entre 15° et 29°C. [1] [2]

IV.4.2.2.2.1- Avantages et inconvénients :

- **Inconvénients :**

Les disques ne s'adaptent pas au traitement à forte charge, ils sont très sensibles à la qualité des eaux à traiter, aux pointes excessives des concentrations et de débits, aussi ce procédé par biodisque ne s'adapte qu'au traitement des effluents de petites agglomérations.

- **Avantages :**

Ce procédé est d'une extrême simplicité d'exploitation et économique.



Figure IV.10 : Le disque biologique

IV.4.2.2.3- Les boues activées :

C'est le procédé le plus répandu actuellement pour l'épuration des eaux résiduaires urbaines des

petites, moyennes ou grandes collectivités.

Le procédé à boues activées est un système en continu dans lequel des micro-organismes sont mis en contact avec des eaux usées renfermant des matières biodégradables pendant un temps suffisant.

Ces amas biologiques sont maintenus en agitation au sein de l'eau de façon à assurer un contact avec toute la partie de l'effluent. L'oxygénation est fournie en quantités suffisantes par des aérateurs.

Ainsi, dans le bassin d'aération, en présence d'oxygène, les micro-organismes vont se développer et se reproduire aux dépens des matières biodégradables formant ainsi des flocons décantables, orientés par la suite vers un clarificateur. A la sortie une eau traitée et des boues seront produites, une partie de ces boues sera expédiée vers les organes de traitement des boues et l'autre partie réintroduite dans

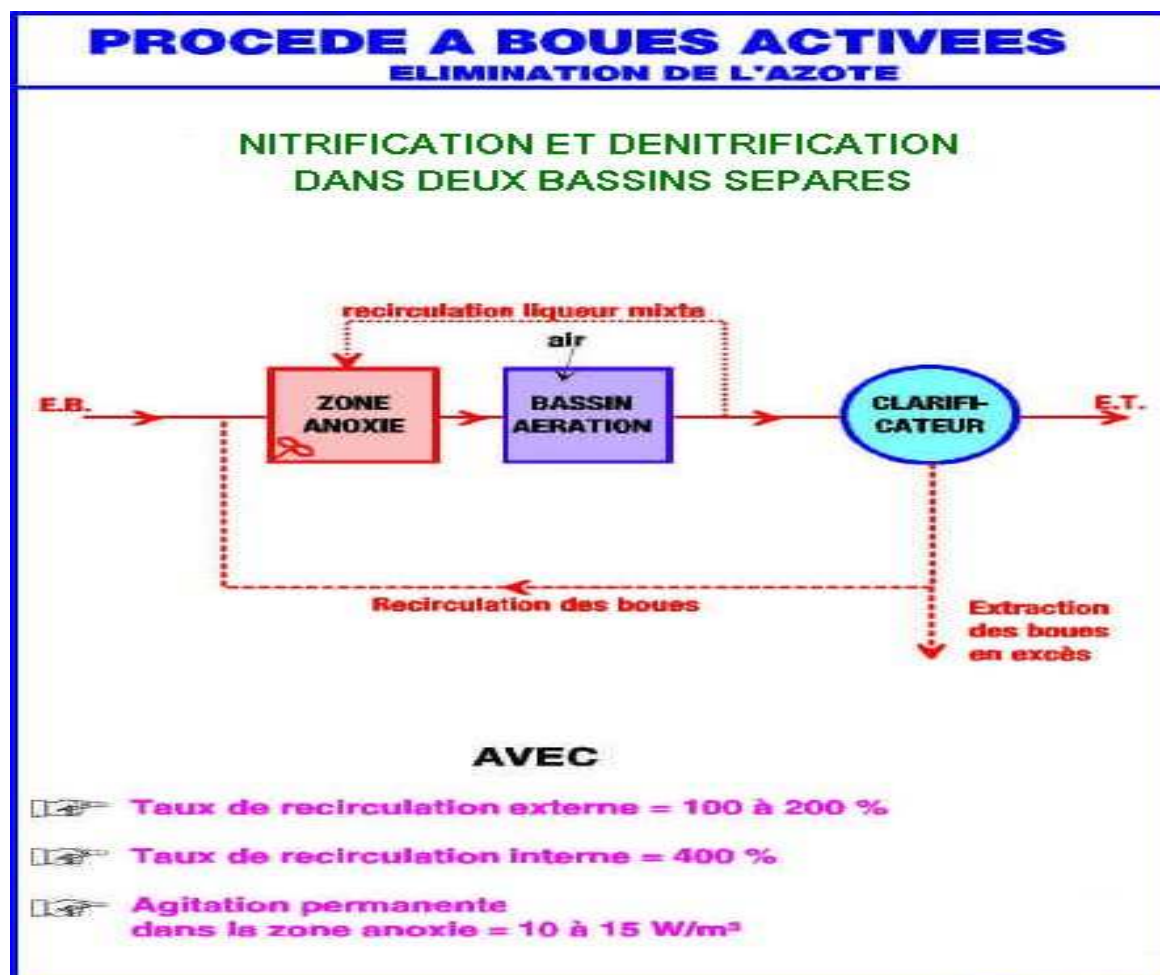


Figure IV.11 : procédé à boues activées

IV.4.2.2.3.1- Avantages et inconvénients du procédé à boues activées :

- **Avantages :**

Le procédé à boues activées permet de réduire le temps de séjour de la pollution ainsi que les surfaces du terrain utilisées.

Le procédé à boues activées offre l'avantage d'une recirculation de la culture bactérienne ceci conduit à un enrichissement du bassin par les micro-organismes épurateurs.

- **Inconvénients :**

Les installations à boues activées sont très coûteuses vue l'équipement qu'elles comportent (ouvrages en béton, ouvrages métalliques, appareillages électromécanique...).

L'exploitation de ce type de station exige un personnel qualifié et une vigilance permanente, le bon rendement repose sur le bon fonctionnement des aérateurs.

IV.5- Traitement tertiaire :

En générale, les techniques d'épuration, même les plus énergiquement poussées, laissent passer dans l'eau épurée des matières organiques difficilement biodégradables et échappant à la meilleure décantation.

Ainsi même après un traitement secondaire l'eau véhicule presque toujours des micro-organismes et des micropolluants qui risquent de provoquer des dangers. Si une éventuelle réutilisation de cette eau est envisagée, il convient par conséquent d'utiliser des procédés à l'élimination de cette pollution résiduelle. On parlera donc des corrections chimiques ce qui permettra de donner à l'eau une qualité meilleure pour sa réutilisation.

La principale méthode utilisée est la désinfection par le chlore, qui doit être appliquée avec des doses très fortes et des temps de contact plus long. Mais il convient de signaler que les chloramines formés sont toxiques et présentent un danger pour la vie aquatique, ainsi il y a lieu de penser à une opération de déchloration avant le rejet.

A côté de la désinfection par le chlore, d'autres procédés existent également mais qui restent pratiquement inutilisables dans les domaines de l'épuration des eaux usées. Ceci s'explique par leurs coûts qui restent excessivement élevés, mais qui donnent une eau de qualité qui laisse à désirer. On peut citer pour exemple des échanges d'ions et l'absorption par du charbon actif. Toutefois le coût excessif d'un traitement tertiaire, montre le pourquoi de son absence dans la majorité des stations d'épuration, son prix ne renferme pas seulement le prix des réactifs ou des équipements mais surtout celui d'un personnel hautement qualifié.[1]

Conclusion :

Ces différents procédés permettent d'obtenir une eau débarrassée d'une grande partie de ces polluants et des boues constituant un sous produit de l'épuration.

L'eau épurée peut enfin être rejetée dans le milieu naturel sans risque majeur.

Chapitre V : Description de la STEP de KOUININE (OUED SOUF)

INTRODUCTION :

La station d'épuration des eaux usées à lagunage aéré est conçue pour desservir les communautés de : El-oued, Bayada, Kouinine et Robbah.

La population totale des ces communautés actuellement d'environ 200000 habitants.

La pleine capacité de la station dépurateur sera atteinte en 2030.

Le processus de traitement des eaux usées se base sur des lagunes aérées, et comprend les étapes principales ci-après :

- ✓ Prétraitement avec dégrilleur et dessableur longitudinal
- ✓ Bassin d'activation primaire (étape 1 avec 3 lagunes aérées parallèles)
- ✓ Bassin d'activation secondaire (étape 2 avec 3 lagunes aérées parallèles)
- ✓ Lagune de traitement de finition (3lagunes de post-traitement parallèles)
- ✓ Traitement des boues (14 lits de séchage des boues)

V.1-Réseau d'assainissement :

De toutes les localités du souf, seule la ville d'EL Oued est dotée d'un réseau d'assainissement sur un linéaire de 75 km de conduite en béton et amiante. Seule une partie du réseau est opérationnelle, avec un rejet à 4 km à l'extérieur de la ville. Cette concentration d'eau va vers les nombreuses fosses septiques (eaux usées) et qui est directement versées dans la nappe phréatique. Ce qui provoque la pollution de la nappe phréatique.[10]

V.2-Description des ouvrages de traitement des eaux résiduelles urbaines

V.2.1-Prétraitement de l'eau usée :

V.2.1.1-Dégrillage :

Construit en béton, avec deux chambres et dégrilleur grossier dans le courant principal de l'eau usée ainsi qu'une chambre pour le by-pass de secours lors des pannes du dégrilleur. Les eaux usées au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les éléments le plus grossiers, après les grilles nettoyer par un système à racleur motorisé dont l'action automatisée est déclenchée par un capteur de niveau d'eau en amont et en aval sur la grille.

Une fois que les débris ont été recueillis et soulevés par le racleur, ils sont chargés dans une cuve horizontale, au moyen d'un transporteur à vis horizontal et sans arbre, ces débris sont ensuite déposés dans un conteneur à débris.[10]

Chapitre V : Description de la STEP de KOUININE (OUED SOUF)

V.2.1.2-Dessablage :

Construit en béton, avec trois chambres. Dans cette zone, le sable contenu dans l'eau usée est décanté grâce à la force gravitaire. Ces particules sont ensuite aspirées par un pont racleur avec moteur électrique et des pompes d'aspiration avec suspension flexible, le mélange sable eau s'écoule par les conduites en acier du pont racleur vers le conduit en acier, monté sur la paroi extérieure de dessableur et puis vers le classificateur à sable pour la déshydratation.[10]

V.2.2-Partie biologique du traitement d'eau usée :

V.2.2.1-Lagunes aérées-première étape :

Suite à l'alignement des vannes des conduites du répartiteur, l'eau usée à traiter biologiquement s'écoule par les conduites et répartie de manière homogène. Le traitement biologique d'eau usée consistant des trois lagunes aérées de la même taille et conception, ainsi que les conditions de processus de base. Pour assurer une réduction efficace de la pollution biologique (DBO5) et chimique (DCO).à l'intervention des micro-organismes et l'oxygénation que fournir par 13 aérateurs dans chaque lagune, pour attendre dégradation de pollution organique 75%. Selon le bilan global suivant :



V.2.2.2-Lagunes aérées-deuxième étape :

Le fonctionnement de la deuxième étape d'aération est identique à la première. Mais pour la dégradation de la charge restante 25% par 6pièces d'aérateurs ont été installées dans chaque lagune.

V.2.2.3-Lagunes de finition :

Les lagunes de finition ont été conçues et construites selon le même système que les lagunes aérées.

Les lagunes de finition ou de traitement final, ont été construites pour améliorer la qualité de l'eau usée traitée biologiquement, la majeure partie des matières dégradables est retenue dans les lagunes aérées.

Le dépôt des boues dans les lagunes de traitement de finition augmente juste lentement. Les écarts de temps jusqu'au raclage des boues peuvent ainsi être prolongés par rapport aux

Chapitre V : Description de la STEP de KOUININE (OUED SOUF)

lagunes aérées. Selon une estimation approximative, on peut assumer une fréquence de raclage de 8-10 ans. L'eau usée clarifiée biologiquement est dirigée vers l'émissaire.[10]

V.2.3-Décharge des boues :

V.2.3.1-Lits de séchage des boues :

On a construit 14 lits de séchage dans 2 lignes avec 7 lits par ligne en sont remplis des graviers de différent granulométrie et couvres du sable comme couche de couverture. Conçues comme bâches terrestres avec revêtement en feuille, tuyaux de drainage pour la déshydratation et des rampes d'accès pour la décharge de la boue sèche.

Pour le raclage de la boue déposée au radier des lagunes d'eau usée, un racleur de boue avec une pompe à piston rotatif aspire le mélange boue-eau et le transmet par une conduite de refoulement flexible, la boue pompée s'écoule par la suite vers les lits de séchage.

La boue stockée dans les lits de séchage et déshydratée dans les conditions naturelles. Dans les conditions climatiques locales on peut assumer un temps de séjour d'environ 15-18 jours.

Ainsi, on atteint un taux de matière sèche de 400-450 Kg/m³.

V.3-Données de base pour le dimensionnement:

Les données suivantes valent pour la période de planification en l'an **2015**

Total-Equivalent habitant en 2015	239134 EH
Type de réseau	unitaire
Nature des eaux brutes	Domestique
Débit journalier	33904 m ³ /j
Moyen horaire	1413 m ³ /h
DBO5-concentration dans l'eau usée	250 mg/l
DCO-concentration dans l'eau usée	500 mg/l
MES matières en suspension dans l'eau usée	361 mg/l
Charge organique par jour DBO5	8476 Kg/j
Charge quotidienne en DCO	16952 Kg/j
Matière en suspension par jour	12243 Kg/j

Source : ONA (OUED SOUF)

Chapitre V : Description de la STEP de KOUININE (OUED SOUF)

V.4-Qualité exigée des eaux usées traitées :

Les paramètres suivants pour l'eau usée traitée sont à accepter à la sortie de l'installation :

- | | | |
|-----------------------------|---|------------------------|
| - DBO5- concentration | : | 40 mg/l |
| - DCO-concentration | : | 125 mg/l |
| - Matière en suspension | : | 40 mg/l |
| - Critères microbiologiques | : | mois de 1oeuf d'helm/l |

Source : ONA (OUED SOUF)

V.5-Dimension :

V.5.1-Prétraitement :

V.5.1.1-Dégrillage :

V.5.1.1.1-Ouvrage :

- | | | |
|--|---|----------|
| - Nombre des chambres principaux du dégrilleur | : | 2 pièces |
| - Nombre des chambres de circulation du dégrilleur | : | 1 pièce |
| - Largeur- chambre du dégrilleur | : | 1.8 mm |
| - Profondeur- chambre du dégrilleur | : | 1.6 mm |
| - Longueur –chambre du dégrilleur | : | 4mm |

Source : ONA (OUED SOUF)

Chapitre V : Description de la STEP de KOUININE (OUED SOUF)



PHOTO1: le dégrillage.

Chapitre V : Description de la STEP de KOUININE (OUED SOUF)

V.5.1.2-Dessableur :

V.5.1.2.1-Ouvrage :

- Nombre des chambres principaux du dessableur : 2 pièces
- Largeur- chambre du dessableur : 2 mm
- Profondeur- chambre du dessableur : 2 mm
- Longueur –chambre du dégrilleur : 11mm
- Profondeur d'eau : 1,27mm
- Section du dessableur (surface globale) : 6,55m²
- Vitesse d'écoulement dans dessableur : 0.15-0.25 m/s
- Elimination des sables : environ 90%
- Taille du gain de sable : 0.2mm

Source : ONA (OUED SOUF)

V.5.1.2.2-Pompe des sables – pompe à moteur submersible :

- Medium transporté : mélange sable-eau
- Débit : 25m³/h
- Taux de matières solides : 3 - 5g/l
- Hauteur de refoulement : 3.51m

Source : ONA (OUED SOUF)

V.5.1.2.3-Classificateur à sables :

- Débit : 35 l/s
- Elimination des sables : 90%
- Taille de grain de sable : 0.2 - 0.25mm
- Volume du classificateur : 2.80m³
- Vis de décharge – diamètre : 390 mm
- Vis de décharge – angle d'installation : 27degré

Source : ONA (OUED SOUF)

Chapitre V : Description de la STEP de KOUININE (OUED SOUF)



PHOTO2 : le dessableur.

V.5.2-Lagunes d'aération (première étape) :

V.5.2.1-Ouvrage :

V.5.2.1.1-Dimensions :

- Nombre de lagunes : 3 pièces
- Longueur : 232.6 m
- Largeur : 91 m
- Profondeur de bassin : 4.50 m
- Profondeur d'eau : 3.50 m
- Volume de lagune : 66471 m³
- Volume des trois lagunes : 199413 m³
- Conduite d'entrée : DN 800
- Entrée d'eau en moyen : 1413 m³/h
- Nombre d'aérateurs par lagune : 13 pièces
- Temps de séjour d'eau usée dans les lagunes : 5.9 jours
- Demande en oxygène spécifique : 1.5Kg O₂/Kg DBO₅

Source : ONA (OUED SOUF)

Chapitre V : Description de la STEP de KOUININE (OUED SOUF)

V.5.2.2-Aérateurs de surface flottante :

V.5.2.2.1-Dimension d'aérateur :

- Longueur totale : 800 mm
- Profondeur d'immersion : 2.130 mm

V.5.3-Lagunes d'aération (deuxième étape) :

V.5.3.1-Ouvrage :

V.5.3.1-Dimension (Surface d'eau) :

- Longueur : 194.80 m
- Largeur : 92.11 m
- Profondeur de l'eau : 2.7 m
- Volume par lagune : 44369 m³/ lagune
- Volume des lagunes-total : 133107 m³
- Temps de séjour d'eau usée dans les lagunes : 4 j
- Nombre d'aérateurs par lagune : 6 pièces

Source : ONA (OUED SOUF)

V.5.4-Lagunes de finition :

V.5.4.1-Ouvrage :

V.5.4.1.1-Dimension :

- Longueur : 254.3.80 m
- Largeur : 91.6 m
- Profondeur du bassin : 3.70 m
- profondeur de l'eau : 1.50 m
- Volume par lagune : 33270 m³/ lagune
- Volume des lagunes-total : 99810 m³

Source : ONA (OUED SOUF)

Chapitre V : Description de la STEP de KOUININE (OUED SOUF)



PHOTO3 : Aérateurs de surface flottante.



PHOTO4: Lagune d'aération.

Chapitre V : Description de la STEP de KOUININE (OUED SOUF)

V.5.5-Lits de séchage des boues :

Les boues épaissies sont pompées vers les lits de séchage où elles sont séchées naturellement.

Les lits de séchage sont constitués de couches de gravier et de sable recouvrant une tuyauterie de drainage.

V.5.5.1-Dimensions :

- Nombre de lits de séchage	:	14 pièces
- Longueur de fond	:	69.69 m
- Largeur de fond	:	39.60 m
- Profondeur des boues maximale	:	0.40 m
- Volume effectif des lits de séchage	:	environ 16.184 m ³
- Diamètre des tuyaux de drainage	:	DN200
- Nombre de pompes	:	2 pièces
- Débit de refoulement	:	30.0 m ³ /h
- Hauteur de refoulement	:	10.0 m

Source : ONA (OUED SOUF)

V.6-Instruction de services et de maintenance des lagunes d'aération et de finition :

Le fonctionnement des lagunes d'eau usée se caractérise par peu de travaux de maintenance. A côté de l'aménagement du site de la station, réparation des dégâts causés aux talus et les mesures du niveau des boues à effectuer régulièrement dans toutes les lagunes, l'instruction de maintenance des fabricants sont à respecter pour les ouvrages individuels.

Par l'aménagement de la végétation il est à assurer qu'aucune charge ne soit générée en raison des résidus végétaux dans les lagunes.

Il faut prévoir des mesures pour la mise hors service (accessibilité, conduites, by pass) et le raclage des boues (puisards des pompes, rampes éventuelles, fixations des radiers). La vidange des lagunes ne peut se faire qu'à condition d'une distance suffisante entre le radier de la lagune et le niveau de la nappe phréatique, parce qu'autrement l'étanchéité pourrait en souffrir.[10]

Chapitre V : Description de la STEP de KOUININE (OUED SOUF)

V.7-Analyses des échantillons d'eau usée ou de boues :

V.7.1-Appareils de laboratoire et réactifs pour les analyses :

Dans les parties suivantes, les analyses primordiales sont décrites .pour les analyses, les appareils et réactifs suivants sont nécessaires :

- pH-mètre :multi-option, indique la valeur de pH, température et potentiel red-ox.
- Oxy-mètre : indique la concentration d'oxygène soluble dans l'eau.
- Spectrophotomètre.
- Turbidimètre.
- Four
- Thermomètre.
- Distillateur.
- Microscope.
- Balance électrique.
- Ensemble de filtration.
- Etuve chauffée (pour MES)
- Sonde de DBO5.
- DBO-mètre.
- Etuve réfrigérée.
- Les verreries

V.7.2-prise et transport d'échantillons :

Une analyse des échantillons de l'eau usée est juste utile quand aucune erreur ne se produise lors de la prise d'échantillons. L'influence d'une telle erreur est plus grande que les limites de tolérance des analyses en laboratoire.

Selon le type et l'objectif des analyses, des prises d'échantillons sont à effectuer aux plusieurs point de la station, en général à l'entrée et à la sortie. À la fin de canal venturi un dispositif d'échantillonnage fonctionnant de manière proportionnelle au débit est installé.

Ce préleveur assure pour une période de 24 heures un mélange d'échantillons représentatif de jour pour l'entrée de la station de lagunage (eau brute) et sortie (eau épurée) pour les analyses des paramètres organiques. autre type du prélèvement est manuellement pour analyses physique-chimique.

V.7.3-les paramètres analysés dans le laboratoire :

V.7.3.1-les paramètres organiques :

V.7.3.1.1-Les matières en suspension (MES) :

La pollution d'une eau peut être associée à la présence d'objets flottants, de matières grossières et de particules en suspension. En fonction de la taille de ces particules, on distingue généralement :

- les matières grossières (décantables ou flottables)
- les matières en suspension (de nature organique ou minérale) qui sont des matières insolubles, fines. Cette pollution particulière est à l'origine de nombreux problèmes comme ceux liés au dépôt de matières, à leur capacité d'adsorption physico-chimique ou aux phénomènes de détérioration du matériel (bouchage, abrasion, ...).[10]

V.7.3.1.2-La demande biologique en oxygène (DBO5) :

Est un paramètre global qui exprime la quantité d'oxygène qu'une biomasse épuratrice va consommer pour décomposer les organiques contenues dans l'effluent. Elle donc représentative de la somme matières organiques biodégradables. Elle est généralement mesurée en 5 jours.[10]

V.7.3.1.3-La demande chimique d'oxygène (DCO) :

La DCO correspond à la quantité d'oxygène (en milligramme) qui a été consommée par voie chimique pour oxyder l'ensemble des matières oxydables présentes dans un échantillon d'eau de 1 litre. Elle est moins représentative que la DBO de la décomposition des matières organiques qui a lieu dans le milieu naturel mais elle est rapide, et contrairement à cette dernière, possède une bonne reproductibilité. La DCO est particulièrement indiquée pour mesurer la pollution d'un effluent domestique.

Le rapport DCO/DBO5 peut donner une indication sur la biodégradabilité d'une eau usée. la DCO peut être réalisée plus rapidement que la DBO (oxydation forcée) et donne une image de la matière organique présente, même quand le développement de micro-organismes est impossible (présence d'un toxique par exemple). le résultat s'exprime en mg/l d'O₂. [10]

Chapitre V : Description de la STEP de KOUININE (OUED SOUF)

II.7.4-les paramètres nutritifs :

II.7.4.1-Azote totale :

Peut être présent dans les eaux sous de nombreux états de valence

- **forme réduite** : azote dosable par méthode Kjeldahl, comprenant l'azote organique (protéines, polypeptides, acide aminés, hydrazine, etc...) et azote ammoniacal $N-NH_4^+$
- **forme moléculaire** : azote dissous ;
- **forme oxydée** : azote nitreux (NO_2) et azote nitrique (NO_3), l'azote ammoniacal peut-être dosé indépendamment suivant l'essai défini par la norme NF.

II.7.4.2-Phosphore :

est présent dans les eaux sous forme de sels minéraux (ortho et poly phosphate prévenant surtout des lessives) et sous forme organiques d'origine industrielle biologique,

V.7.5-les paramètres toxiques :

Les métaux lourds ont la particularité de s'accumuler dans les organismes vivants ainsi que dans la chaîne trophique. Les éléments métalliques surveillés sont les suivants : Fer, Chrome, Zinc, Nickel, les métaux lourds : mercure, cadmium, plomb, etc. et autres substances toxiques : phénol et produit phénolique, hydrocarbure et les sels de l'acide cyanhydrique (cyanures). [10]

V.7.6- Les paramètres analysés :

Les analyses ont porté sur les paramètres physico-chimiques suivant :

Température, Conductivité, pH, DCO, DBO_5 , MES, NO_3^- , NH_4^+ , NO_2^- , et PO_4^{3-}

Les paramètres physiques tels que la température et le pH, la mesure a été réalisé in-situ par contre les paramètres chimiques tels que DCO, DBO_5 ... etc. la mesure a été effectuée au laboratoire tout en tenant compte du mode de conservation de l'échantillon, afin d'éviter l'évolution de l'effluent entre le moment de prélèvement et celui de l'analyse.

Ainsi les analyses ont porté sur les éléments toxiques et les minéralisations globales.

Les résultats obtenus sont regroupés dans les tableaux suivants:

Chapitre V : Description de la STEP de KOUININE (OUED SOUF)

Tableau V.1 : Les résultats des analyses obtenus pour l'eau brute.

Paramètres physico-chimiques		Éléments toxiques	
PH	7.89	Chrome hexavalent (Cr)	0.08 mg /l
Conductivité	5 .14 μ s /cm	Cyanures (CN)	0.03 mg /l
Température	8.8°C	Cadmium (Cd)	0.27mg /l
MES	350 mg /l	Plomb (Pb)	0.34mg /l
Ammonium (NH ₄)	41 mg /l	Cuivre (Cu)	9mg /l
Nitrates (NO ₃)	0.84 mg /l		
Nitrites (NO ₂)	0.16mg /l		
Sulfure d'hydrogène	0.014 mg /l		
DCO	408mg /l		
DBO ₅	157mg /l		
Phénols	3.1mg /l		

Source : ONA (OUED SOUF)

Chapitre V : Description de la STEP de KOUININE (OUED SOUF)

Tableau V.2 : Les résultats des analyses obtenus pour l'eau épurée.

Paramètres physico-chimiques		Éléments toxiques	
PH	8.55	Chrome hexavalent (Cr)	0.02mg /l
Conductivité	5.31 μ s /cm	Cyanures (CN)	0.1 mg /l
Température	9.64°C	Cadmium (Cd)	0.09mg /l
MES	50 mg /l	Plomb (Pb)	0.32mg /l
Ammonium (NH ₄)	0.33mg /l	Cuivre (Cu)	0.8mg /l
Nitrates (NO ₃)	2.17 mg /l		
Nitrites (NO ₂)	0.08mg /l		
Sulfure d'hydrogène	0.001mg /l		
DCO	114mg /l		
DBO ₅	25mg /l		
Phénols	1.3mg /l		

Source : ONA (OUED SOUF)

Chapitre V : Description de la STEP de KOUININE (OUED SOUF)

V.7.8-qualité'eaux épurées:

La qualité de l'eau après traitement devrait être conforme à la norme citée la valeur

Paramètre	Norme (mg /l)
DCO	125
DBO5	40
MES	40

Conclusion :

D'après les résultats qui on été obtenu avant et après le traitement on remarque que le traitement effectuée par la STEP de KOUININE est efficace (rendement est de l'ord de 95%), et que les normes des rejets sont respectés; donc il n'y a pas un risque sur le milieu récepteur.

Introduction :

La station d'épuration est située au nord de la ville d'OUED SOUF et à proximité de l'extrémité amont du périmètre assurera l'irrigation des terres du périmètre de KOUININE.

Le débit d'eau traité par la station d'épuration qui est de 33904 m³/j est destiné pour l'irrigation du périmètre d'étude.

Les normes de rejet après traitements sont :

Paramètre	Norme (mg /l)
DCO	125
DBO5	40
MES	40

L'affectation de débit de rejet prévue par la direction de l'hydraulique de la wilaya d'oued souf est comme suite :

- Irrigation 75%.
- Industrie 25%.

Le débit d'équipement disponible de 33904 m³/j sera affecté à l'irrigation du périmètre de

KOUININE d'une superficie de 400 ha située à l'aval de la station d'épuration.

VI.1- Définition de l'irrigation au goutte à goutte :

L'irrigation localisée ou la micro irrigation est une expression qui caractérise un certain nombre de techniques nouvelles qui ont commun les caractéristiques suivant :

- Une alimentation en eau a proximité immédiate radiculaire des plantes cultivées.
- L'utilisation souvent répétée et a la limite contenue a faibles débits instantanés.

VI.2- Avantages et inconvénients de l'irrigation au goutte à goutte :**VI.2.1-Les avantages du système goutte à goutte :**

Les avantages de ces systèmes sont qu'on peut les utiliser dans des zones de topographie et de forme irrégulières sans nivellement; on peut les utiliser dans des zones où la nappe phréatique est haute ou qui présentent un horizon induré près

Et représente de nombreux avantages par rapport aux autres méthodes d'irrigation :

1- l'eau se déverse uniformément à partir de chaque distributeur adapté au tuyau latéral, même sur un terrain en pente modérée. En outre, la mise au point de

compensation permet une irrigation uniforme sur des pentes plus prononcées et sur des

distances plus importantes.

2- Des engrais peuvent être apportés directement à la racine plutôt que sur la surface totale du champ, ce qui permet d'éviter le gaspillage des ressources.

3- La quantité d'eau apportée peut être optimisée en fonction des différents types de sols, tout en évitant l'infiltration au-delà de la racine. En outre, des sols sableux qui ne peuvent être arrosés par sillons ou par inondation peuvent être efficacement irrigués par le goutte à goutte.

4- La pousse des mauvaises herbes est réduite au minimum.

5- Entre les rangées plantées, le sol à sec permet aux agriculteurs et aux machines d'accéder aisément et en toute saison.

- L'irrigation au goutte à goutte à la différence de l'irrigation par aspersion permet l'utilisation d'eau saumâtre car le contact direct entre l'eau et les feuilles est évité, prévenant les brûlures.
- L'irrigation au goutte à goutte entraîne le lessivage permanent des sels autour de la racine, évitant l'accumulation de sels au voisinage immédiat des racines, c'est important lorsque l'irrigation porte sur des sols salins ou s'effectue avec de l'eau saumâtre.
- L'irrigation au goutte à goutte permet l'utilisation des eaux usées peines retraitées. En effet l'eau étant délivrée à même le sol, les risques sont moindres

7- Des distributeurs réglés pour délivrer une quantité donnée d'eau (de l'ordre de plusieurs litres par heure) peuvent être installés avec l'espacement voulu en fonction des besoins de chaque culture.

8- L'irrigation au goutte à goutte est la méthode d'irrigation la plus efficace en terme d'économie d'eau. Comme les distributeurs émettent l'eau directement au sol à proximité des racines qui l'absorbent immédiatement, l'évaporation est réduite au minimum. Cette caractéristique est particulièrement importante dans les zones arides.

9- S'il est entretenu correctement, un dispositif d'irrigation au goutte à goutte de bonne

VI.2.2- Inconvénients de la goutte à goutte :

L'inconvénient dans ce type d'installation est le risque de colmatage (obstruction), ce colmatage peut avoir trois causes principales :

VI.2.2.1- Colmatage physique :

Il est dû à l'introduction dans le réseau de grosses particules. Il faut un système de filtration très efficace en tête de ligne.

VI.2.2.2- Colmatage biologique :

Il est dû au développement d'algues et de bactéries dans les canalisations. L'adjonction période d'antiseptique (Ex : eau de javel) à l'eau d'irrigation peut se révéler indispensable.

VI.2.2.3- Colmatage chimique :

C'est le plus difficile à combattre, certaines eaux (souvent alcalins) précipitent des sels insolubles surtout des sels de calcium et de fer qui peuvent former des dépôts bruns dans les goutteurs, et les obstruer, et aussi des gels dans les filtres.

L'entartrage (l'adjonction d'héxamétaphosphate ou d'acide nitrique dilué) donne en général, assez bons résultats.

D'autre part les engrais solubles employés sans discernement peuvent être également la cause du colmatage par précipitation, le meilleur moyen de prévenir ces obstructions des goutteurs est une filtration soignée de l'eau.

VI.3- Description d'un réseau d'irrigation au goutte à goutte :

Chaque parcelle doit être équipée d'un réseau composé d'une unité de tête qui est l'élément essentiel de tout réseau d'irrigation localisée. L'installation de tête a pour but de fournir de l'eau propre, éventuellement enrichie et traitée chimiquement, sous une pression régulée, et de la distribuer successivement vers tous les secteurs à irriguer.

L'unité est mise en tête du bassin d'accumulation destiné au stockage, l'unité de tête comporte les appareils suivants :

- Groupe de pompage.
- Vanne.
- Filtre à sable.
- Débit mètre : pour contrôler le débit et le régler en fonction du bassin.
- Régulateur de pression : pour régler la pression
- en tête du réseau, et injecter d'engrais.
- Porte- rampes d'arrosage.
- Conduites principales enterrées.

- Rampe menue des goutteurs d'un écartement fixe selon le mode de plantation des cultures.

VI .3.1-Filtre à sable :

Le filtre à sable est une cuve à pression remplie d'une épaisse couche de sable calibrée qui arrête les éléments solides en suspension dans l'eau qui la traverse.

VI .3.2- Filtre à tamis :

C'est une cuve à pression contenant une paroi filtrante au tamis en plastique ou en acier inox, les particules de dimension supérieures à cette maille sont arrêtées par le tamis.

VI .3.3-Régulateur de pression :

Il permet de contrôler la pression en tête et la conduite principale.

VI .3.4- Les goutteurs :

Les goutteurs apportent l'eau à la surface du sol de manière ponctuelle.

Le rôle des goutteurs est de fournir un faible débit (quelques litres par heure). La pression de l'eau est dissipée dans le goutteur puis l'eau est évacuée à l'extérieur à pression nulle.

- **Débit :**

Les goutteurs ont un faible débit compris entre 01 et 08 l/h sous une pression de 01 bars (charge de 10 m de colonne d'eau), la plus fréquemment utilisée.

VI .4- Classification des goutteurs :

Les goutteurs peuvent être classés selon le type de fonctionnement ou bien le mode de fixation sur la rampe.

VI .4.1- Type de fonctionnement hydraulique :

On distingue les goutteurs à circuit long et à circuit court.

VI .4.1.1- Les goutteurs à circuit long :

L'eau suit un cheminement de grande longueur (0,1 à 1m), qui provoque la dissipation de la pression sous forme de perte de charge.

VI .4.1.2- Les goutteurs à circuit court :

L'eau passe par un orifice de section réduite, la pression existante dans la rampe est transformée en vitesse. L'eau sort sous forme d'un jet très fin qui doit être brisé.

Actuellement les goutteurs de ce type sont peu nombreux car ils sont très sensibles à l'obstruction.



Goutteur en ligne



Goutteur réglable



Goutteur simple

VI .4.2-Les conduites :

La plupart des conduites en plastiques utilisées en irrigation sont fabriquées à partir des quatre matériaux suivants :

- Le chlorure de polyvinyle PVC.
- le polyéthylène PE, de basse densité (PE_{BD}) ou de haute densité (PEHD).
- l'acrylonitrile –butadiène styrène, ABS.

Parmi eux, le PE_{BD} et le PEHD sont de beaucoup les plus utilisés en irrigation localisée. En raison de sa plus grande résistance à la pression, le PVC est le plus économique dans les gros diamètres, alors que les PE (moins résistants) sont surtout utilisés en petits diamètres, pour les rampes et parfois les porte-rampes.

VI.4.3-Les rampes :

La plupart des rampes sont en tuyaux PE noir de basse densité (PE_{BD}). Ce matériau est flexible et pas trop sensible au soleil, ce qui est important car les rampes sont posées à la surface du sol.

Les diamètres intérieurs vont de 05 à 25 mm, mais les plus courants sont 10, 12, 5 et 16 mm. L'épaisseur de paroi est de 03 ou 04 mm suivant la pression (la pression de l'eau dans le tuyau réduit le risque de « craquage », mais il faut faire attention pendant la pose car il est très facile d'endommager les tuyaux lors de leur déroulement).

Les craquelures des tuyaux PE constituer de plusieurs fentes longitudinales peuvent être un problème lorsqu'on utilise les raccords cannelés extérieurement, c'est le cas des distributeurs en ligne lorsque le diamètre extérieur de la cannelure du distributeur est trop grand par rapport au diamètre du tuyau utilisé pour constituer la rampe.

VI.4.4- Les porte- rampes :

Les porte- rampes sont en PE ou en PVC, de 20 à 80 mm de diamètre, la majorité entre 20 et 50 mm de diamètre intérieur, le choix du diamètre dépend en partie du calcul hydraulique en partie du type de raccordement aux rampes parfois le porte-rampe sera d'un diamètre supérieur au diamètre nécessaire du point de vue hydraulique surtout si la rampe pénètre simplement par pression dans un trou réalisé dans la paroi du porte-rampe.

VI.4.5- Les conduites principales :

Elles sont semblables en irrigation localisée à ce qu'elles sont en aspersion classique, mais peuvent être plus petites et d'une classe pression inférieure en raison de l'utilisation des débits et des pressions plus faibles.

VI.4.6- Le calcul des besoins d'irrigation :**VI.4.6.1- L'évapotranspiration de référence (ET₀) :**

ET₀ est le taux d'évapotranspiration déterminé à partir d'une surface étendue de gazon vert, d'une hauteur de 8 à 15 cm, poussant activement, couvrant complètement le sol et ne manquant pas d'eau. Plusieurs méthodes ont été établies pour le calcul de ET₀ que se soit expérimentales, en utilisant un bac d'évapotranspiration, ou bien théoriques basées sur des données climatiques mesurées dans des stations climatologiques, les plus répandues sont la méthode de Blaney-driddle, de Turc et de Penman.

Dans notre cas, on va utiliser le logiciel CROPWAT établi par la FAO à base de la méthode Penman modifiée par Monteith en 1965. Ce modèle, qui forme l'approche la plus complète puisqu'il a l'avantage d'inclure la physiologie de la plante par l'intermédiaire de la résistance stomatique, a été largement étudié ou utilisé et est jugé le modèle le plus appropriée pour le calcul de ET₀ lorsqu'on dispose des données climatiques relative à la température, l'humidité, l'insolation et la vitesse du vent. La formule, telle que recommandée par FAO (Allen et al. 1998), présente l'effet de la végétation sur la transpiration par une résistance minimale de 70 s/m. Le gazon de référence pris a les propriétés suivantes : gazon de hauteur 0.12 m et d'albédo 0.23.

La formule de Penman Monteith telle que recommandée par la FAO s'écrit :

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} \mu_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34\mu_2)} \quad (1)$$

Avec :

ET₀ : Evapotranspiration de référence (mm/j)

R_n : est le rayonnement net en surface [MJ/j.m²] ; le calcul de R_n suppose un albédo α = 0.23 et une émissivité de la surface ε = 1. Les rayonnements solaire et thermique incidents sont disponibles directement (en particulier, le rayonnement thermique incident n'est pas approximé), et le rayonnement thermique depuis la surface est estimée

en fonction de la température de l'air, prise comme Proxy pour la température de surface.

G : est le flux de chaleur dans le sol [(MJ/j.m²), négligé ici au pas de temps journalier,

T : est la moyenne de la température de l'air à 2 m de hauteur [C],

U₂ : est la vitesse du vent à 2 m [m/ s) extrapolée de la vitesse à 10 m (Allen et al.1998)

e_s : est la pression de vapeur d'eau à saturation [kPa], donnée à partir de la température par la relation de Clausius Clapeyron,

e_a : est la pression de vapeur d'eau à 2 m [kPa],

Δ : est la pente de la relation de Clausius Clapeyron [kPa C], approximée en fonction de la température (Allen et al. 1998),

γ : est la constante psychrométrique [kPa C], estimée en fonction de la pression atmosphérique (Allen et al. 1998).

Les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau VI.1 : résultats d'évapotranspiration de référence.

Mois	Temp moy °C	Humidité %	Vent Km/jour	Insol. Heures	Radiation MJ/m ² .jour	ET _o penmon mm/ mois
Janvier	11.3	64	2.1	9.1	14.5	60.39
Février	16.0	54	2.6	9.3	17.2	91.90
Mars	24.1	46	3.4	9.4	20.3	178.06
Avril	29.0	44	4.1	9.6	23.1	234.13
Mai	33.8	37	4.0	9.7	24.3	296.23
Juin	34.4	33	3.8	9.9	24.9	296.48
Juillet	31.0	30	3.5	10.1	25.0	278.69
Août	27.1	36	3.1	10.1	24.1	226.18
Septembre	22.0	47	3.0	10.3	22.4	162.17
Octobre	18.0	52	2.3	10.0	19.0	114.00
Novembre	12.7	60	2.1	9.6	15.6	68.31
Décembre	10.4	68	2.3	9.3	13.9	53.29

VI.5-Réseau pluviométrique :

Les pluies mensuelles de la station pluviométrique sont données dans le tableau suivant :

VI.5.1- Précipitation moyenne mensuelle :

Moyenne déterminée mathématiquement pour une série de relevé pluviométrique, la pluviométrie mensuelle moyenne.

Tableau IV.2: Répartition des pluies moyennes mensuelles et annuelles.

Année	Précipitations (mm)												Maxj	Total
	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou		
89-90	0	0	5,2	1,2	22,3	0	0	20	19	0	0	0	22,3	67,7
90-91	0	4	10,6	5	0	0,2	4,9	0	0	10	3	0	10,6	37,7
91-92	0	0	2,5	25,1	7,7	0	7,8	7	0	0	0	0	25,1	50,1
92-93	0	0	6,6	7,6	0	6,7	0,9	0	0	0	0	0	7,6	21,8
93-94	0	0,4	13,3	2	3,8	0	9,5	2,2	0	0	0	0	13,3	31,2
94-95	19,8	16,4	2,8	1,5	0,7	0	14,4	0	0	0	0	0	19,8	55,6
95-96	13,7	16,5	3,7	4,5	27,5	5,6	9,6	2,8	0,6	0,2	0	0	27,5	84,7
96-97	5,7	0	0	0,7	0	2	0	8	0,2	0	0	0	8	16,6
97-98	17,5	10,1	0	10,8	0	0,8	2,9	5,8	0	2,8	0	0	17,5	41,7
98-99	6,4	0	0	0	19,8	0,4	0	0	0	0	0	0	19,8	26,6
99-00	1	1,3	16,3	6,4	0	0	3,2	0	13,2	0	0	0	16,3	41,4
00-01	0	20,7	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	20,7	21
01-02	2,5	2,4	1,6	5	0,1	0	0	0	7,2	0	0	1,5	7,2	20,3
02-03	0,1	6,4	2,5	0	12,5	5,5	8,9	0	0	0	0	1,4	12,5	37,3
03-04	3,9	3,8	1	0,6	11,6	0	0,6	5,4	0	1,2	0	8,5	11,6	36,6
04-05	0	15,7	18,5	10,9	0	0,2	0	0	0	0	0	0	18,5	45,3
05-06	9,1	3,3	16,5	1,9	9,9	0,6	0,8	4,7	0	0	0	2,5	16,5	49,3
06-07	5,4	10,6	0	1,9	0,1	0,5	0,1	3,7	1,2	0	0	1,6	10,6	25,1
07-08	0	0,8	0	3,6	7,6	2,3	0,2	0	0	0	0	0	7,6	14,5
08-09	14,4	26,8	0	0	27	1,1	12	0,8	0	1,5	0	0	27	83,6
09-10	5,3	0	0	0	6,7	0	0,2	0	0,3	0	5	0,2	6,7	17,7

10-11	0,51	2,04	9,14	9,39	3,05	0	2,03	0	0	4,57	0	0	9,39	30,73
P moy	4,79	6,42	5,01	4,46	7,29	1,17	3,54	2,76	1,90	0,92	0,36	0,72	7,29	39,34

D'après les résultats du tableau pendant la période 1989 – 2011, on a remarqué une irrégularité dans la répartition des précipitations et aussi une variabilité mensuelle et annuelle. Ces pluies sont nettement insuffisantes pour les mois de juin, juillet et août, elles sont moyennes au printemps et maximales en hiver.

VI.5.2. L'homogénéité de la série pluviométrique :

L'homogénéisation des données est une analyse statistique de l'information aidant à une prise de décision conséquente. Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au test de **Wilcoxon**, la vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé ci-dessous :

- On divise la série complète en deux sous série: **x** et **y** tel que : **N₁** et **N₂** représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries, considérant généralement **N₁ > N₂**.
- On constitue par la suite, la série **x union y** après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. À ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang, tout en précisant à quels sous série elle appartient.
- **M^r Wilcoxon** a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation

$$W_{\min} < W_x < W_{\max}$$

$$W_x = \sum \text{Rang}_{i,x}$$

W_x : Somme des rangs de sous séries

$$W_{\min} = \left[\left(\frac{(N_1 + N_2 + 1) \times N}{2} \right) - 1,96x \left(\frac{N_1 \times N_2}{12} \right) \right]$$

$$W_{\max} = \left[(N_1 + N_2 + 1) \times N - W_{\min} \right]$$

Tableau VI.3 : Test d'homogénéité :

Rang	Série d'origine P (mm)	Série Y	Série X	TRI (mm)	Y U X
1	67,7	67,7	20,3	84,7	Y
2	37,7	37,7	37,3	83,6	X
3	50,1	50,1	36,6	67,7	Y
4	21,8	21,8	45,3	55,6	Y
5	31,2	31,2	49,3	50,1	Y
6	55,6	55,6	25,1	49,3	X
7	84,7	84,7	14,5	41,7	Y
8	16,6	16,6	83,6	45,3	X
9	41,7	41,7	17,7	41,4	Y
10	26,6	26,6	30,73	37,7	Y
11	41,4	41,4		37,3	X
12	21	21		36,6	X
13	20,3			31,2	Y
14	37,3			30,73	X
15	36,6			26,6	Y
16	45,3			25,1	X
17	49,3			21,8	Y
18	25,1			21	Y
19	14,5			20,3	X
20	83,6			17,7	X
21	17,7			16,6	Y
22	30,73			14,5	X

$$W_x = 130$$

$$W_{\min} = 84,76$$

$$W_{\max} = 145,24$$

$$84,76 < W_x < 145,24$$

La condition de **M^f Wilcoxon** est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station de **GUEMAR** est homogène.

VI.5.3. Etude de l'échantillon :

La pluviométrie est souvent ajustable à des lois statistiques très nombreuses, on utilise pour notre projet celle qui garantit le meilleur ajustement possible. Les lois d'ajustement les plus communément employées en Algérie sont les suivantes :

- Loi de Gauss ou loi Gumbel.
- Loi de Galton ou log- Normale.

VI.6.Choix du type de loi :

Ces critères de choix sont liés à un ajustement graphique d'abord et ensuite à un teste d'adéquation. L'allure des points sur du papier à probabilité a permet de prime abord d'accepter ou de rejeter la loi (toute sinusite, mauvaise courbure ou cassure de pente est considérée comme un mauvais ajustement).

On essaie toujours d'ajuster une loi normale à un échantillon ou de se ramener à une loi normale par changement de variable.

Généralement la loi de probabilité ajustable à l'échantillon est d'autant plus près à la normalité que la variable concerne une longue échelle de temps et que le coefficient de variation à 0,5 (TOUIBIA 2004).

VI.7-Ajustement de la série pluviométrique :**VI.7.1- Ajustement à la loi normale :**

L'ajustement des séries par la loi normale appelée souvent loi de Gauss s'adapte bien avec les pluies moyennes annuelles. En effet sa fonction de répartition est de la forme

$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u \text{Exp}\left(\frac{-1}{2x\mu^2}\right) du$$

U est variable réduite de gauss. Elle est donnée par :

$$U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$$

La transformation $X_{p\%} = \bar{X} + \delta * U_{p\%}$ est l'équation de la droite de Henry sur papier à probabilité gaussienne :

Avec : $X_{P\%}$: précipitation de probabilité P%.

$U_{p\%}$: variable réduite de Gauss.

\bar{X} : Moyenne arithmétique.

δ : Écart type.

Pour les calculs on a utilisé le logiciel **HYDROLAB**. Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de **GUEMAR** sont regroupés dans le **tableau VI.4** et la figure **VI.1** suivantes :

Tableau VI.4 : Ajustement à la loi normale.

Taille n = 22

Moyenne = 38.93

Gauss U = 1.3

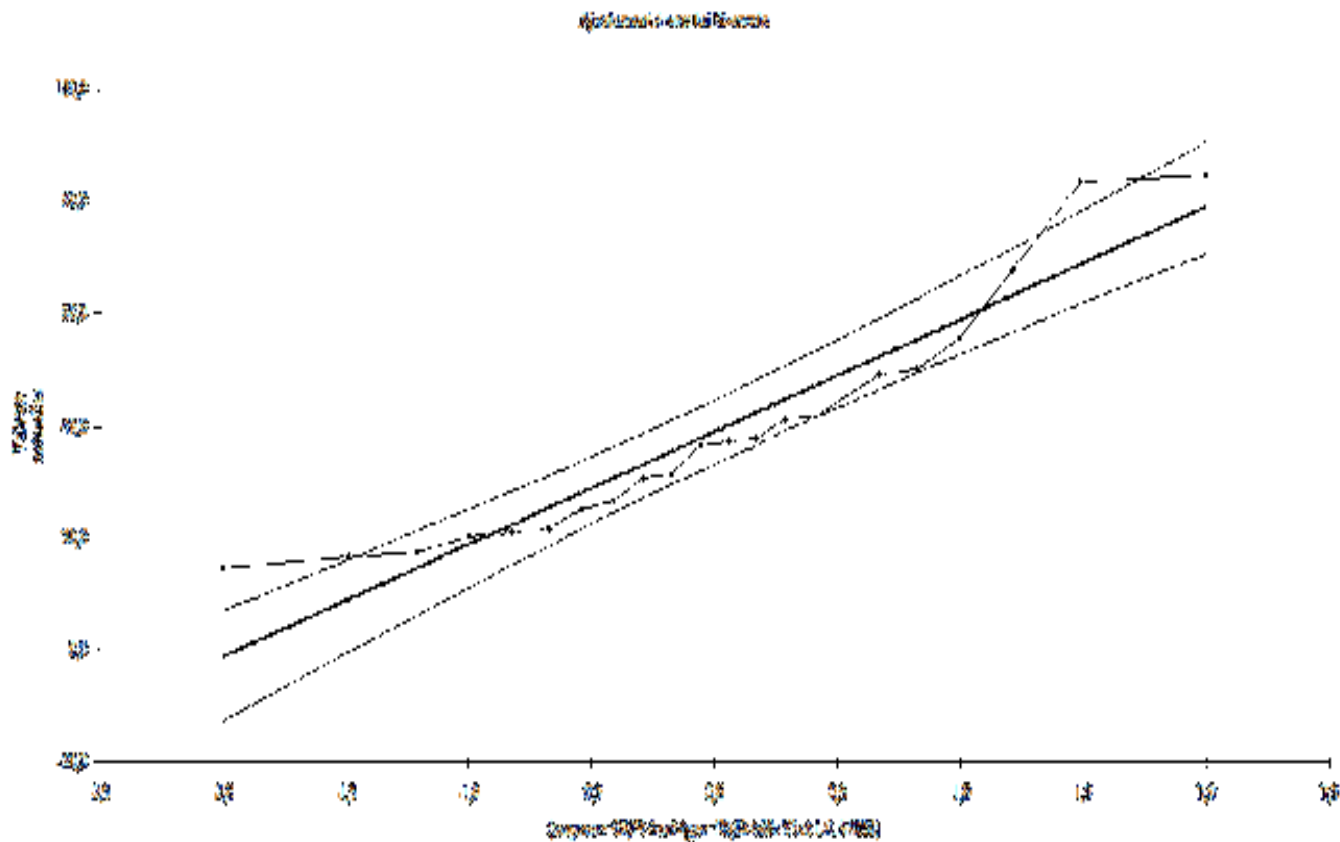
Ecart-type = 20.08

I.C. à (en)% = 80

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
67,7	14,5	1,0	0,0	-2,0	14,5	-1,3	-12,7	7,1
37,7	16,6	2,0	0,1	-1,5	16,6	9,0	-0,4	16,1
50,1	17,7	3,0	0,1	-1,2	17,7	14,7	6,2	21,2
21,8	20,3	4,0	0,2	-1,0	20,3	18,9	11,1	25,1
31,2	21,0	5,0	0,2	-0,8	21,0	22,4	15,1	28,3
55,6	21,8	6,0	0,3	-0,7	21,8	25,4	18,6	31,2
84,7	25,1	7,0	0,3	-0,5	25,1	28,1	21,6	33,8
16,6	26,6	8,0	0,3	-0,4	26,6	30,7	24,5	36,3
41,7	30,7	9,0	0,4	-0,3	30,7	33,1	27,1	38,7
26,6	31,2	10,0	0,4	-0,2	31,2	35,5	29,6	41,1
41,4	36,6	11,0	0,5	-0,1	36,6	37,8	32,0	43,5
21,0	37,3	12,0	0,5	0,1	37,3	40,1	34,4	45,8
20,3	37,7	13,0	0,6	0,2	37,7	42,4	36,8	48,3
37,3	41,4	14,0	0,6	0,3	41,4	44,7	39,1	50,8
36,6	41,7	15,0	0,7	0,4	41,7	47,2	41,5	53,4
45,3	45,3	16,0	0,7	0,5	45,3	49,7	44,0	56,2
49,3	49,3	17,0	0,8	0,7	49,3	52,5	46,7	59,3
25,1	50,1	18,0	0,8	0,8	50,1	55,5	49,6	62,8
14,5	55,6	19,0	0,8	1,0	55,6	59,0	52,8	66,7
83,6	67,7	20,0	0,9	1,2	67,7	63,2	56,6	71,6
17,7	83,6	21,0	0,9	1,5	83,6	68,9	61,7	78,3
30,7	84,7	22,0	1,0	2,0	84,7	79,1	70,8	90,6

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,2	-0,8	22,0	14,7	28,0	22,0	0,2	1,3
0,5	0,0	38,9	33,2	44,6	38,9	0,5	2,0
0,8	0,8	55,8	49,9	63,1	55,8	0,8	5,0

Figure VI.1 : Ajustement à la Gumbel



VI.7.2. Ajustement a la loi log-normale :

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de **GUEMAR** sont regroupés dans le tableau **VI.5** et la figure **VI.2** suivante :

Tableau VI.5 : Ajustement à la loi log-Normale

Taille n = 22

Moy.log(x-xo) = 1,5

Xo = 0

E.T. log(x-xo) = 0,22

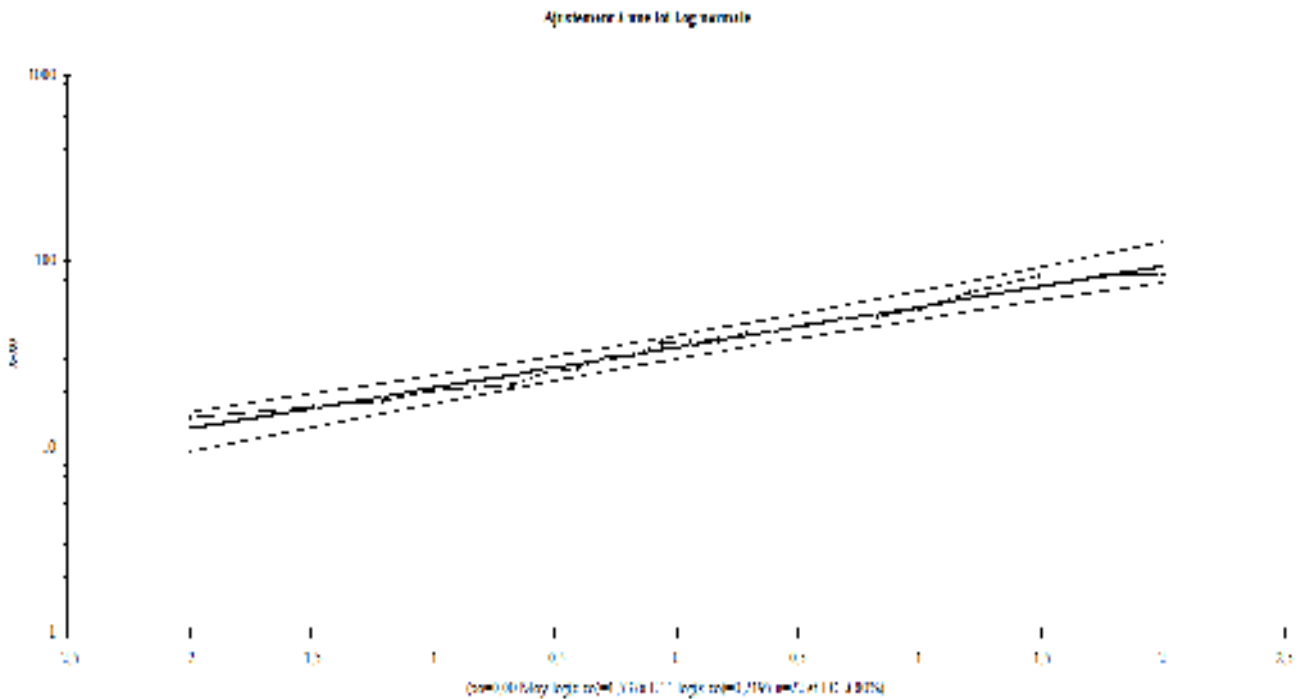
Gauss U =1.3

I.C. à (en)% = 80

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
67,7	14,5	1	0,023	-2,001	14,5	12,5456	9,40869	15,46648
37,7	16,6	2	0,068	-1,490	16,6	16,2426	12,8083	19,429361
50,1	17,7	3	0,114	-1,208	17,7	18,7323	15,1494	22,091677
21,8	20,3	4	0,159	-0,998	20,3	20,8228	17,1314	24,338498
31,2	21	5	0,205	-0,825	21	22,7234	18,9374	26,398353
55,6	21,8	6	0,250	-0,674	21,8	24,5267	20,6485	28,373553
84,7	25,1	7	0,295	-0,537	25,1	26,2856	22,3105	30,323877
16,6	26,6	8	0,341	-0,410	26,6	28,0361	23,9539	32,291464
41,7	30,73	9	0,386	-0,288	30,73	29,8063	25,6021	34,31089
26,6	31,2	10	0,432	-0,171	31,2	31,6213	27,2752	36,414352
41,4	36,6	11	0,477	-0,057	36,6	33,5057	28,9927	38,635068
21	37,3	12	0,523	0,057	37,3	35,4872	30,7758	41,011161
20,3	37,7	13	0,568	0,171	37,7	37,602	32,6526	43,593556
37,3	41,4	14	0,614	0,288	41,4	39,8917	34,6544	46,442446
36,6	41,7	15	0,659	0,410	41,7	42,4104	36,8216	49,638031
45,3	45,3	16	0,705	0,537	45,3	45,2347	39,2108	53,294472
49,3	49,3	17	0,750	0,674	49,3	48,4788	41,9061	57,58415
25,1	50,1	18	0,795	0,825	50,1	52,326	45,0416	62,787165
14,5	55,6	19	0,841	0,998	55,6	57,102	48,8536	69,406115
83,6	67,7	20	0,886	1,208	67,7	63,4746	53,8223	78,486342
17,7	83,6	21	0,932	1,490	83,6	73,2042	61,1973	92,832529
30,73	84,7	22	0,977	2,001	84,7	94,7763	76,8775	126,37507

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,2	-0,841	22,53881239	18,76201	26,19740526	22,5388	0,200	1,3
0,5	0,000	34,48223096	29,8744	39,80077938	34,4822	0,500	2,0
0,8	0,841	52,75451565	45,3871	63,37403363	52,7545	0,800	5,0

Figure VI.2 : Ajustement a la loi de log-normale



VI.8-détermination l'année de calcul :

Détermination de l'année de calcul à pour but de connaitre la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante; elle est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%)

Pour trouver la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80% on utilise la loi suivante :

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

D'après le **Tableau VI.5** : Ajustement à la loi de log-Normale, on a trouve :

$$P_{\text{théorique } 80\% \text{ annuelle}} = 22,5 \text{ mm}$$

$$P_{\text{théorique } 50\%}$$

P_{moy} De chaque mois sont données par le tableau suivant:

Tableau VI 6: Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm.

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	JUI	JUIL	A
P_{moy} (mm)	4,79	6,42	5,01	4,46	7,29	1,17	3,54	2,76	1,90	0,92	0,36	0,72

Nous avons :

$$P_{moy\ 80\%} = \frac{22.5}{34.5} \cdot P_{moy\ mensuelle} = 0.652 P_{moy\ mensuelle}$$

Les résultats de calcul sont donnés par le tableau suivant :

Tableau VI.7 : L'Année de calcul

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	JUI	JUIL	A
$P_{moy80\%}$ (mm)	3,1	4,2	3,3	2,9	4,8	0,8	2,3	1,8	1,2	0,6	0,2	0,5

VI.9-Calcul de la pluie efficace :

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

Il est difficile d'évaluer les pluies efficaces sans avoir recours à des mesures effectuées pendant de longues périodes, en différents endroits.

Par conséquent, en l'absence de telles données, nous utiliserons couramment des méthodes expérimentales, cas de la méthode pourcentage fixé. Dans notre cas on fixe le pourcentage à 80% (on considère que 20%de précipitations sont des pertes par ruissellement de surface, et par percolation en profondeur).

Les valeurs mensuelles de ET_0 , $P_{80\%}$ et P_{eff} sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau VI.8 : Précipitation efficaces dans la zone d'étude :

Pays : ALGERIE Station climatique : (El Oued)			
Mois	ET ₀ mm/mois	P _{80%} mm/mois	Pluieff mm/mois
Janvier	60.39	4,8	3,84
Février	91.90	0,8	0,64
Mars	178.06	2,3	1,84
Avril	234.13	1,8	1,44
Mai	296.23	1,2	0,96
Juin	296.48	0,6	0,48
Juillet	278.69	0,2	0,16
Août	226.18	0,5	0,4
Septembre	162.17	3,1	2,48
Octobre	114.00	4,2	3,36
Novembre	68.31	3,3	2,64
Décembre	53.29	2,9	2,32

Tableau VI.9: dose d'irrigation de Palmier

PALMIER DATTIER	ETO mm\mois	PEFF mm	KC	ETM= ETO×KC mm\mois	RFU (mm)	B=ETM- (PEFF+RFU) (mm)	EFF	BBRUT mm
Janvier	60.39	3,84	0,83	50,12	7	46,28	0,80	57,85
Février	91.90	0,64	0,77	70,76	7	70,12	0,80	87,65
Mars	178.06	1,84	0,71	126,42	7	124,58	0,80	155,73
Avril	234.13	1,44	0,65	152,18	7	150,74	0,80	188,43
Mai	296.23	0,96	0,62	183,66	7	182,70	0,80	228,38
Juin	296.48	0,48	0,69	204,57	7	204,09	0,80	255,11
Juillet	278.69	0,16	0,85	236,89	7	236,73	0,80	295,91
Août	226.18	0,4	0,9	203,56	7	203,16	0,80	253,95
Septembre	162.17	2,48	0,81	131,36	7	128,88	0,80	161,10
Octobre	114.00	3,36	0,9	102,60	7	99,24	0,80	124,05
Novembre	68.31	2,64	0,88	60,11	7	57,47	0,80	71,84
Décembre	53.29	2,32	0,87	46,36	7	44,04	0,80	55,05

Tableau VI.10: résultat de calcul

Cultures	Superficie en (ha)	Besoins en eau net (mm)	Besoins en eau net (m ³ /ha)	Efficiencce (%)	Besoins bruts (m ³ /ha)
Palmier	100	236,73	2367.3	0.8	2959.1

VI.10-Calcul des débits à transiter par le réseau collectif :

VI.10.1-Débits spécifiques :

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures.

Le débit spécifique ou débit fictif continu représente le débit qui devra être véhiculé par le système d'irrigation pour satisfaire les besoins en eau des cultures durant le mois de pointe pendant un nombre fixe d'heures par jour et pour une surface d'un hectare. Ce débit est donné

par la relation suivante :

$$q = \frac{B}{T * t * k * 3,6} \quad (\text{l/s/ha})$$

Avec :

B : besoins mensuels nets en eau des cultures (m³/ha) ;

T : durée de l'irrigation en jours (T = 31 jours) ;

t : durée de l'irrigation en heures par jour (t = 24h) ;

K : Coefficient correcteur du débit $\approx 0,75$ (car l'irrigation ne se fait pas en 24h/24h)

pour Palmier Dattier:

$$q = \frac{2959.1}{31.24.0.75.3,6} = 1,47 \text{ (l/s/ha)}$$

VI.10.2- Débits caractéristiques :

Le calcul des débits caractéristiques permet de définir le débit maximum que le système de dessert aura à fournir pour l'irrigation de chaque parcelle, déterminé en multipliant le débit spécifique de pointe par la surface agricole utile:

$$Q = q * S$$

Q : Débit caractéristique en (l/s).

q : Débit spécifique de pointe d'îlots (l/s/ha).

S : Surface de l'îlot (ha).

Pour Palmier Dattier :

$$Q = 1.47 * 100 = 147 \text{ l/s}$$

VI.11-Dimensionnement :

Tableau VI.11 : donnée des périmètres

CULTURE	PARCELLE : PALMIER DATTIER
Espacement entre arbres	7m
Espacement entre rangs	7m
Surface de périmètre	100 ha

Pour le dimensionnement par goutte à goutte en choisi un îlot type situé

en secteur sud : **S=4×25ha=100ha.**

Pour chaque parcelle: S=25ha.

D'après les calculs des besoins en eau à l'aide du logiciel Cropwat, on a défini

le mois de pointe qui est le mois de juillet :

Les besoins **b=295,89 mm/mois**

VI.11.1-Besoins journaliers :

$$b = \frac{295,91}{31} = 9.54mm / jour$$

En irrigation localisée les besoins en eau vont être réduits :

CS=70% tq: le palmerie couvrent 70% du CS : Couverture du sol.

b=6.96mm/jour

VI.11.2-Le pourcentage du sol humidifié

Le pourcentage du sol humidifié est déterminé soit :

- Selon l'écartement entre les rampes et la texture du sol .
- En appliquant la formule suivante :

$$\frac{P}{100} = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot Sh}{Sa}$$

Avec :

P : Pourcentage du sol humidifié ;

n : Nombre de points de distribution par arbre ;

S_{pd} : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre ;

- Sh : Largeur de la bande humidifiée ;
- Sr : Ecartement entre rangs d'arbres ;
- Sa : Espacement des arbres sur les rangs.

D'où :

En climat aride on prend : $P = 32 \%$.

VI.11.3-La dose pratique:

$$D_p = (H_{CC} - H_{PF}) Y \cdot Z \cdot P \%$$

Tel que :

Selon la texture du sol de notre parcelle sableux :

$$H_{CC} = 8\% \quad H_{CC} : \text{humidité à la capacité au champ}$$

$$H_{PF} = 3\% \quad \text{mp}$$

$$Y = \frac{1}{3} \quad Y : \text{degré de tarissement admissible}$$

Tel que :

$$Z = 1200 \text{ m} \quad Z : \text{profondeur d'enracinement}$$

AN): $D_p = (0.08 - 0.03) \cdot 0,33 \cdot 1200 \cdot 0,32 = 6.34 \text{ mm}$

$D_p = 6.34 \text{ mm}$

VI.11.4-La dose réelle nette

:

$$D_{\text{nette}} = 85\% D_p$$

$D_{\text{nette}} = 5.39 \text{ mm}$

VI.11.5-la dose brute :

$$D_B = \frac{\text{dose nette}}{\eta \cdot Cu}$$

η : Rendement.

Cu: Coefficient d'uniformité

AN: $D_{\text{brute}} = \frac{5.39}{0,8 \cdot 0,9} = 7.48 \text{ mm}$

$D_{\text{brute}} = 7.48 \text{ mm}$

VI.11.6.Fréquence des arrosage :

$$T = \frac{\text{La dose}}{\text{besoin en eau}} = \frac{5.39}{9.54} = 1 \text{ jours}$$

$T = 1 \text{ jour}$

VI.11.7.La durée d'arrosage :

$$\text{La durée d'arrosage} = \frac{\text{dose brute} \times \text{El}}{q}$$

$$\text{La durée d'arrosage} = \frac{7.48.1.7}{8} = 7h$$

- La fréquence minimale des arrosages.

Elle représente l'espacement maximal entre arrosage.

$$F_{\text{mini}} = \frac{D_{\text{nette}}}{B_{jl}} = \frac{5.39}{6.96} = 1 \text{ jour}$$

$$F_{\text{mini}} = 1 \text{ jour.}$$

- **La durée d'arrosage journalière** = $\frac{7}{1} = 7$ heure

- **L'irrigation journalière** = 7 heures.

VI.11.8-Nombre de postes :

Le nombre de postes est calculé par :

Le nombre de postes est calculé par :

$$N(p) = \frac{T_{\text{max}}}{T_F}$$

Avec :

T_{max} : temps maximum journalier de travail ;

T_F : L'irrigation journalière.

Théoriquement on prend une durée de travail de 20h ce qui donne :

$$N(p) = \frac{20}{7} = 3 \text{ poste.}$$

VI.11.9-surface de la parcelle (poste

:

$$S_p = \frac{\text{surfacetotale}}{\dots}$$

$$\text{A.N) } S_p = 8 \text{ ha}$$

VI.11.10-surface de la rampe

:

$$A_L = L_r \times S_r$$

..... = ?

VI.11.11. Nombre de rampes par poste

$$\text{Nombre de rampe} = \frac{\text{Longueur}}{\text{écartement}} = \frac{400}{7} = 57$$

N_{rampes} = 57 rampe

VI.11.12. Nombre de goutteurs par rampe :

$$N_g = \frac{100}{\gamma} = 30$$

N_g = 30 goutteurs

VI.11.13. Porte rampe au milieu de la parcelle :

la parcelle d'une rampe

L'alimentation des rampes se fait au milieu de la

Nombre goutteur dans la rampe = 30 goutteur

• $\frac{1}{h}$

Q_R = 0.12 m³/h

• **Débit de porte rampe**

$$Q_{PR} = Q_R * N_R$$

A.N) $Q_{PR} = 120.57 = 6840 \text{ l/h} = 6.84 \text{ m}^3$

Q_{PR} = 6.84 m³/h

VI.12- Dimensionnement du bassin d'irrigation :

Le bassin devra assurer au minimum un stockage des eaux pour une durée de 3heures pour les raisons suivantes :

- il n'y a pas de pire catastrophe pour un périmètre irrigué que l'interruption de l'approvisionnement en eau, une réserve de sécurité est indispensable
- le stockage dans un réservoir non couvert, participe à l'amélioration de la qualité de l'eau.

Sa capacité sera alors de 288 m³ d'où on projette un bassin rectangulaire de dimensions

B=20 m, b=12m, et h=1.2m

VI.13- Calcul hydraulique du réseau :**VI.13.1- Conditions hydrauliques :**

La variation maximale du débit entre goutteur :

$$\frac{\Delta q}{q}$$

La variation maximale de la pression.

$q = K \cdot H^x$, $x = 0,5$ (caractéristique du goutteur)

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = n \cdot \frac{\Delta H}{H(n)}$$

Avec :

$q(g)$: débit nominal du goutteur ;

$H(n)$: pression nominale.

$$0,1 = 0,5 \frac{\Delta H(\max)}{10}$$

$$\Delta H(\max) = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ m.c.e.}$$

La répartition de la perte de charge est :

Perte de charge singulière : $p.c.s = 10\% \cdot \Delta H = 0.2 \text{ m}$

Perte de charge linéaire : $p.c.l = \Delta H - p.c.s = 1.8 \text{ m}$

1/3 sur les porte- rampes $P.d.c (pr) = 0,6 \text{ m c e}$

2/3 sur les rampes $P.d.c (r) = 1,2 \text{ m c e}$.

VI.13.2- Calcul de la rampe :

- **Débit de la rampe :**

Le débit d'une rampe est donné par la relation :

$$Q_R = N_G \cdot Q_G$$

Avec :

Q_R = Débit de la rampe en l / h.

N_G = Nombre de goutteurs par rampe.

Q_G = Débit d'un goutteur en l / h.

Le débit de la rampe varie donc selon le nombre de goutteurs sur la rampe, c'est à dire suivant le nombre d'arbres et la longueur de la rampe.

• **Le diamètre :**

Le diamètre est calculé d'après la formule :

$$\varnothing (\text{cal}) = \left[\frac{\text{P.d.c (r)} \times 2,75}{0,478 \times \text{Q(r)}^{1,75} \text{ L(r)}} \right]^{-\frac{1}{4,75}}$$

Avec :

P.d.c (r) : La perte de charge dans la rampe.

Q(r) : Le débit de la rampe en l/h.

L(r) : La longueur de la rampe en m.

VI.13.3-Calcul du porte-rampe :

• **Débit du porte-rampe :**

Le débit d'un porte- rampe est calculé par la relation :

$$Q_{PR} = Q_R \cdot N_R.$$

Avec :

Q_{PR} = Débit du porte rampe en l /h.

N_R = Nombre de rampes.

Q_R = Débit d'une rampe en l / h.

• **Le diamètre :**

Le diamètre du porte rampe est calculé par la formule :

$$\varnothing (\text{cal}) = \left[\frac{\text{P.d.c (pr)} \times 2,75}{0,478 \times \text{Q(pr)}^{1,75} \text{ L(pr)}} \right]^{-\frac{1}{4,75}}$$

Tableau VII.12 : Résultats de calcul théorique du réseau localisé

N°Poste	Rampes					Porte- rampes				
	D _{cal} (mm)	D nominal (mm)	L (m)	Q (l/h)	V (m/s)	D _{cal} (mm)	D nominal (mm)	L (m)	Q (l/h)	V (m/s)
Poste	10.24	16	100	120	0.22	70.38	75	400	6840	0.45

VI.13.4 - La conduite principale :

- **Le débit :**

Le débit de la conduite principale est calculé par la formule :

$$Q_{c.p} = N_{PR} \cdot Q_{PR}$$

- **La longueur :**

On a : $L_{C,P} = 200$ m

- **Le Débit :**

Le diamètre de la conduite principale est calculé D'après la formule de « Bonin »

On dimensionne la conduite pour irriguer quatre postes à la fois

Donc Le débit de la conduite principale est de :

$$Q_{c.p} = 6 \cdot 6840 = 41040 \text{ l/h} = 0.011 \text{ m}^3/\text{s}$$

- **Le diamètre :**

D'après la formule de « Bonin » le diamètre de la conduite principale est :

$$\emptyset = \sqrt[3]{Q}$$

Q ; débit en m^3/s

$$\emptyset = \sqrt[3]{0.011} = 100\text{mm.}$$

On choisit un diamètre commercialisable de 100mm.

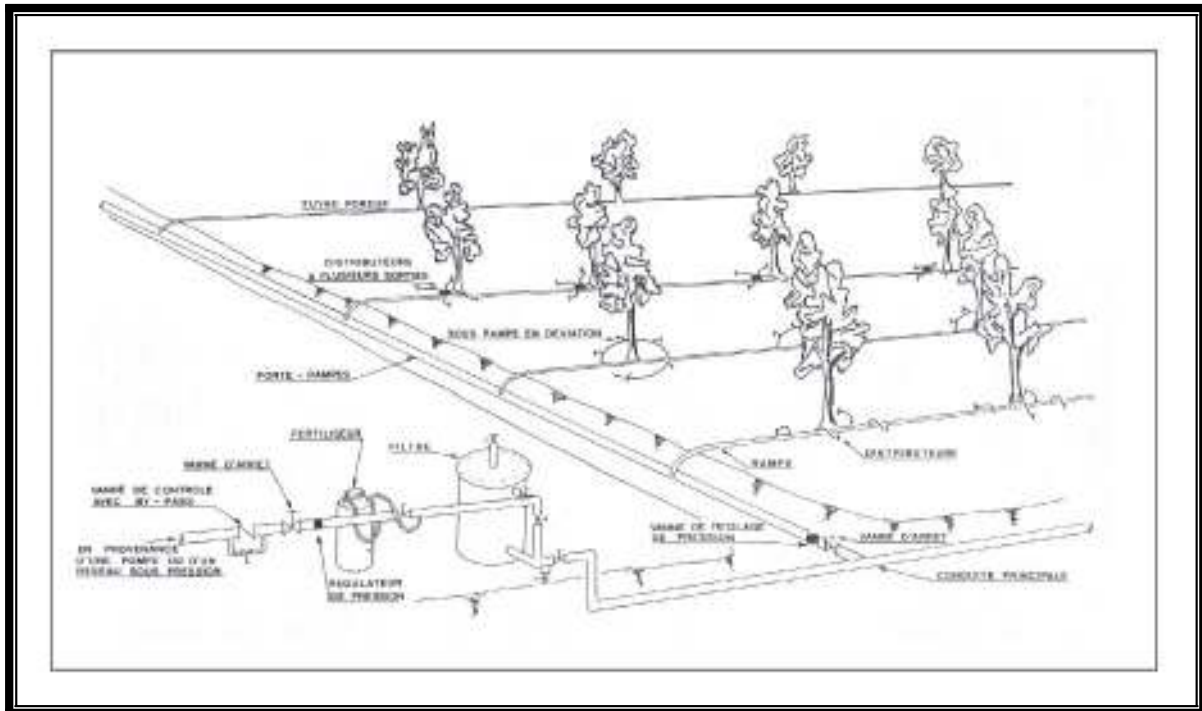


Figure VII.1 : description du réseau d'irrigation localisé

VI.14-Conclusion :

Dans ce chapitre on a fait la description sur les caractéristiques générales du réseau, et puis on a déterminé les débits, les diamètres et les pertes de charge qui nous assurent L'écoulement dans ces conduites à des diamètres normalisés.

CONCLUSION GENERALE

Au terme de cette étude, nous constatons que les eaux usées représentent une ressource

d'eau renouvelable qu'il faudra exploiter dans l'agriculture, l'industrie et d'autres usages municipaux, donc, constituer sans doute, demain, l'une des solutions incontournables pour notre pays qui souffrant énormément de déficit hydrique.

Cette réutilisation ne représente pas seulement une option économique compétitive mais aussi a de nombreux avantages sociaux et environnement. Ainsi cette valorisation doit être placée dans le cadre de la gestion intégrée des ressources en eau en élaborant une stratégie nationale de valorisation des eaux usées.

Les résultats expérimentaux obtenus lors de cette étude montrent que les eaux usées de la station d'épuration de KOUININE sont d'une qualité favorable permettant de les utilisées dans le domaine agricole (l'irrigation), après les avoir stockées ou préalable dans des bassins, et qu'elles ne présentent aucun danger sur le milieu récepteur.

L'enquête effectuée nous a permis de constater qu'il existe réellement des possibilités d'utilisation de l'eau épurée par la station de KOUININE, sans risque, dans le secteur agricole, surtout que la station est située au cœur de vastes terrains agricoles.

En fin il faut noter que cette utilisation doit être rendue optimale et pour qu'il en soit ainsi, les conditions suivantes doivent être remplies :

- il faut adapter les systèmes d'irrigation à la qualité de l'eau employée,
- il faut optimiser l'apport d'eau et ajuster la fertilisation aux besoins des cultures,
- il faut avoir la possibilité d'irriguer un nombre de cultures suffisant (élargir la

Bibliographie

- [1] **GUERREE, H.** (1983) Les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales, Edition EYROLLES 61 boulevard Saint – Germain, 230 pages
- [2] **GAID, A.** (1984) Epuration biologique des eaux usées urbaines, edition OPU Alger, 1200 pages
- [3] **Ediline, k.** (1992) Epuration biologique des eaux usées, Edition CEBEDOC, 280 pages
- [4] **MAAIT, J.** (1997) La réutilisation des eaux usées en irrigation, 140 pages
- [5] **Manic, D.** (2000) Réseaux communautaires d'eaux usées, 173 pages
- [6] **Degrémont, S.** (1978) Memento technique de l'eau usée, 380 pages
- [7] **Mohand, A.** (2001) Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux, 162 pages
- [8] **BECHAC, P.** (1984) Traitement des eaux usées, 178 pages