

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 :

**DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTEME
D'IRRIGATION A PARTIR DES EAUX USEES
EPUREES D'UNE STEP
(W.SAIDA)**

Présenté par :
M^r MEZIANI ABDELHAK

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et prénom	Grade	Qualité
M^r M.MESSAHEL	M C	Président
M^{me} L.S BAHBOUH	M A.A	Examinatrice
M^{me} H.BOUCAMA	M A.A	Examinatrice
M^{me} S.HARKAT	M A.B	Examinatrice
M^r A.AYAD	M A.A	Examineur
M^{me} DJOUDAR. D	M A.A	Promotrice

Juillet-2012

∞ Dédicaces ∞

Je dédie ce modeste travail :

** A ma mère qui m'a tant aidé et encourager.*

** A tous mes frères et ma sœur.*

** A tou(s) (tes) mes ami(s) (es).*

** Toute ma promotion, en générale et tous les étudiants de l'option irrigation et drainage en particulier*

MEZIANI ABDELHAK

☞ Remerciement ☞

Au terme de cette étude, je tiens à exprimer mes vifs remerciements :

- * A mon promotrice M^m : DJOUDAR.D pour ces conseils et ses consultations qui m'ont tout aidé a la réalisation de mon projet.*
- * A tout le corps enseignants et le personnel de l'ENSH qui ont contribué de près où de loin a ma formation.*
- * Aux membres de jury qui auront à juger et à apprécier ce travail.*
- * Je tiens aussi à remercier mes amis qui m'ont aidé pendant la réalisation de projet.*

MEZIANI ABDELHAK

ملخص

ضمن هذه المذكرة سنتطرق إلى دراسة المشروع الخاص بكيفية تزويد الأراضي الزراعية المكونة للمحيط الزراعي الواقع بمنطقة الرباحية بولاية سعيدة بالمياه انطلاقا من محطة تصفية المياه المستعملة بهذه الولاية.

لهذا الغرض قمنا بدراسة عامة لمختلف خصائص المنطقة من حيث المناخ والخصائص المتعلقة بطبيعة التربة ونوعية المياه.

Résumé

L'objectif de ce projet est la conception du réseau d'irrigation qui va irriguer en eaux usées traitées le périmètre de la wilaya de SAIDA à partir de la station d'épuration.

Pour cela nous avons fait une étude générale sur les caractéristiques climatiques ainsi que la caractéristique de sol et la qualité de l'eau.

Abstract

In our dissertation, we have studied the way of providing the agricultural to fields. In the région of Rabahia (w .SAIDA) with water starting with the cleansing station.

Therefore,we studied the characteristics of this region on in general including the climat or the types of grounds and the kinds of water.

Sommaire

Introduction générale	1
-----------------------------	---

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

I.1- Situation Géographique	2
I.2- Géomorphologie	3
I.3- Climatologie	5
I.3.1- Précipitation	5
I.3.2- Températures	7
I.3.3- Humidité relative moyenne	8
I.3.4- Vitesse des vents.....	8
I.3.5- Insolation	9
I.4- Classification de sol de la région.....	10
a)-Ressource-on sol.....	10
Conclusion.....	11

Chapitre II : Présentation de la STEP

Introduction.....	12
II.1- La STEP de SAIDA.....	12
II.1.1- Localisation	12
II.1.2- Procédés d'épuration	12
II.1.3- Traitement biologique par boues activées comportant	12
II.1.3- Exploitation	12
II.1.4- Eau entrée à la STEP	13
II.1.5- Exigences Eau Traitée.....	14
II.2- Types d'installations.....	14
a) Types de système d'assainissement.....	14
b) Type de procès existants.....	14
II.3- Propres de la gestion de personnel	14
II.4- But de Degré d'automatisation et information	15
II.5- Incidence du déchet industriel	15
II.6- Définitions Matière Organique	16
II.7- Ligne de Traitement	16
II.7.1- Prétraitement	17
II.7.2- Traitement secondaire.....	20
II.7.2.1- Procédé boues activées	20
II.7.2.2- Décantation	20
II.7.3- Traitement Tertiaire	21
II.7.3.1- Chloration	21
II.7.3.3- Gestion des boues.....	22
a)Refoulement de boues	22
b) Purge de boues	22
C) Epaissement des boues.....	22
II.8- Dosage Hypochlorite de Sodium.....	24
Conclusion	24

Chapitre III : Origine et composition des eaux usées

Introduction	25
III.1- Rejets des eaux usées	25
III.2- Origine des eaux entrant en station d'épuration.....	26
III.2.1- Les eaux usées d'origine domestique.....	26
a)La composition des eaux usées d'origine domestique.....	26
III. 2.2 -Les eaux usées d'origines industrielles	27
III.2.3 - les eaux de ruissellement.....	27
III. 3- Composition des eaux usées.....	28
III.3.1- Les micro-organismes.....	29
III.3.2 -Les virus.....	29
III. 3.3-Les bactéries.....	29
III.3.4- Les protozoaires.....	30
III.3.5- Les helminthes.....	30
III.4-Les facteurs de la pathogénicité des micro-organismes.....	30
III.4.1- La physiologie du micro-organisme.....	30
III.4.2-Les matières en suspension (MES).....	31
III.4.3-Les micropolluants organiques et non organiques.....	31
III.4.5-Les métaux lourds.....	31
III.5- Les substances nutritives.....	32
a) Le potassium	32
b) Les phosphates.....	32
c) Les nitrates	32
III.6- Les polluants classiques	33
III.7-Les solides en suspension.....	33
III.8-Phénolique composés.....	34
III.9- Problèmes liés aux substances nutritives.....	34
Conclusion.....	35

Chapitre IV : Caractéristiques et analyses des eaux usées

Introduction	36
IV.1- Caractérisation des eaux usées et Analyse.....	36
IV.2- Eléments de définitions de la qualité d'eau.....	36
IV.2.1- Les matières en suspension (MES)	37
IV.2.2- La pollution organique DCO et DBO.....	37
IV.3- Les nutriments essentiels pour les plantes.....	37
IV.3.1- L'azote et le phosphore	37
IV.3.2- Le potassium	38
IV.3.3- Le bore.....	38
IV.4- Les éléments traces	38
IV.4.1- Les métaux lourds	38
IV.4.2 - Salinité (salinité de l'eau usée)	39
IV.4.3- Le pH	39
IV.4.4- Chlore et sodium	39
IV.5- Interprétation des résultats d'analyses.....	41

IV.5.1-La salinité	41
IV.5.2-Les concentrations différentes en matières.....	41
IV.5.3-Les éléments fertilisants	41
IV.5.4- Les huiles et graisses	41
IV.6-Normes internationales	45
IV.6.1- Critère micro - biologique	45
IV.7- Paramètres physicochimiques	47
IV.8- La réutilisation agricole	47
IV.8.1- Origine de l'eau réutilisée.....	47
Conclusion.....	48

Chapitre V : Synthèse géologique et hydrologique

V.1- Etude géologie	49
V.1.1- Géologie de la région de Saïda	49
V.1.2-Stratigraphie	49
a) Primaire	49
b) Trias.....	49
c) Jurassique.....	49
d) Le Jurassique inférieur	50
e) Le Calovo – Oxfordien et Lusitanien	50
f) Le Kimméridgien	50
g) Plio Quaternaire	51
h) Tectonique.....	51
V.2 -Etude hydrologique.....	52
V.2.1 -Réseaux hydrographique	52
V.2.2-classification du climat.....	54
a)-Classification du climat selon l'indice de MARTONNE.....	54
b)- Classification du climat selon diagramme de Mm EMBERGER	55
V.2.3- Détermination de l'année de calcul	58
a)-Homogénéité de la série pluviométrique.....	58
Conclusion.....	63

Chapitre VI : Etude des besoins des cultures

Introduction	64
VI.1- Répartition des cultures	64
VI.2- Calcul des besoins en eau d'irrigation pour les cultures.....	65
VI.2.1-Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence.....	66
VI.2.2- Détermination de Pluie efficace	67
VI.3-Calcul des doses de lessivage	71
Conclusion	73

Chapitre VII : Dimensionnement du système d'irrigation

Introduction.....	74
VII.1-Calcul du débit fictif continu.....	75
VII.2- Calcul de réseaux d'adduction	76
VII.2.1-Adduction gravitaire	76

VII.2.2 -Calcul de diamètre avantageux de la conduite gravitaire.....	76
VII.3 -Choix des techniques d'irrigation.....	78
VII.3.1 -L'irrigation localisée.....	78
a) Goutte à goutte.....	78
VII.4 -Dimensionnement de réseau d'irrigation en goutte à goutte.....	79
VII.4.1 - Pour l'olivier.....	79
VII.5 -Pour le pommier.....	87
VII.6 -Diamètre de la conduite principale	87
VII.7 -Calcule le volume de réservoir	88
VII.8 -Dépenses de construction.....	89
VII.8.1 -Devis du réseau d'irrigation goutte à goutte	89
VIII.8.2 -Dépenses des travaux	89
a) Calcul du volume de déblai et remblai	90
Conclusion	91
Conclusion et recommandation.....	92

Liste des tableaux :

Chapitre I

	Page
Tableau I.1 : coordonnées de la station pluviométrique.....	5
Tableau I.2 : Répartition mensuelle de la pluie interannuelle en mm.....	5
Tableau I.3 : Répartition mensuelle de la température de l'air en °C.....	7
Tableau I.4 : Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en %.....	7
Tableau I.5 : Vitesse du vent en m/s.....	9
Tableau I.6 : Insolation.....	9
Tableau I.7 : La répartition des classes par superficie.....	10

Chapitre IV

Tableau IV.1 : Résultats d'analyses	40
Tableau IV.2 : Résultats de l'analyse des métaux lourds	42
Tableau IV.3 : teneur en substances nocives des eaux usées.....	43
Tableau IV.4 : Résultat des analyses bactériologique.....	44
Tableau IV.5 : Paramètres parasitologiques.....	44
Tableau IV.6 : Les rejets d'effluents industriels dans le milieu naturel.....	46
Tableau IV.7 : Les normes des paramètres physicochimiques adaptées en Algérie.....	47

Chapitre V

Tableau V.1 : Pluviométrie mensuelle et annuelle de la station de Saïda.....	53
Tableau V.2 : Répartition mensuelle de la pluie interannuelle en mm.....	54
Tableau V.3 : Répartition mensuelle de la température de l'air en °C.....	54
Tableau V.4 : Classification du climat selon M ^r MARTONNE.....	55
Tableau V.5 : Répartition mensuelle de la température et de la pluie.....	57
Tableau V.6 : Test de Wilcoxon pour la station de Saïda.....	59
Tableau V.7 : Ajustement à la loi log-Normale (GALTON).....	60
Tableau V.8 : Ajustement à la loi de gauss	61

Tableau V.8 : Précipitations moyennes mensuelles interannuelle en mm.....	63
Tableau V.8 : Précipitations moyennes mensuelles de l'année de calcul.....	63

Chapitre VI

Tableau VI.1: l'occupation du sol dans la commune concernée.....	65
Tableau VI.2: Evapotranspiration de référence de la zone de projet.....	67
Tableau VI.3: les pluies efficaces	68
Tableau VI.4: Calendrier cultural.....	69
Tableau VI.5: détermination des besoins en eau des cultures.....	70
Tableau VI.6: récapitulatif des besoins totaux en eau.....	72
Tableau VI.7: les besoins du mois de pointe.....	73

Chapitre VII

Tableau VII.1 : calculs des paramètres pour l'olivier.....	83
Tableau VII.2 : calcul de D_{cal} de la rampe pour l'olivier.....	86
Tableau VII.3 : calcul de D_{cal} de la porte rampe pour l'olivier.....	86
Tableau VII.4 : calculs des paramètres pour le pommier.....	87
Tableau VII.5 : calcul de D_{cal} de la rampe pour le pommier.....	87
Tableau VII.6 : calcul de D_{cal} de la porte rampe pour le pommier.....	87
Tableau VII.7 : Dimension du bassin.....	88
Tableau VII.8 : Dépenses de construction de conduite d'abduction.....	89
Tableau VII.9 : Facture des pièces de réseau d'irrigation localisée.....	89
Tableau VII.10 : Calcul de terrassement.....	91

Liste des figures :

Chapitre I

	Page
Figure I.1 : Situation de la wilaya da Saida.....	2
Figure I.2 : Région de Saida vue le Modèle Numérique de Terrain (MNT).....	4
Figure I.3 : Répartition mensuelle des précipitations de la région de Saida.....	6
Figure I.4 : Extrait de la Carte pluviométrique La région.....	7
Figure I.5 : Plan de situation du périmètre d'étude.....	11

Chapitre II

Figure II.1 : Dessaleur-déshuileur.....	15
Figure II.2 : Dégrillage grossier + fins.....	15
Figure II.3 : salle de contrôle.....	15
Figure II.4 : Dégrillage grossier + fins.....	17
Figure II.5 : Dessablage – Déshuilage.....	18
Figure II.6 : Classificateur de sable.....	18
Figure II.7 : Concentrateur de graisses.....	19
Figure II.8 : Pompage de relevage.....	19
Figure II.9 : Réacteur Biologique.....	21
Figure II.10 : Décanteurs secondaires.....	21
Figure II.11 : Epaisseur.....	23

Chapitre V

Figure V.1 : Carte Réseau Hydrographique.....	52
Figure V.2 : diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	56
Figure V.3 : climogramme de GAUSSEN.....	57
Figure V.4 : Ajustement à la loi de gauss.....	62
Figure V.5 : Ajustement à la loi log-Normale (GALTON).....	62

Liste des planches :

Planche n° 01 : plan de situation

Planche n° 02 : projection de réseau d'irrigation

Planche n° 03 : Profil en long de la conduite gravitaire

Planche n° 04 : réseau d'irrigation

Planche n° 05 : occupation des sols par les cultures choisies

Introduction générale

Introduction générale

La réutilisation et le recyclage des eaux usées sont essentiels au développement de politiques solides de gestion durable de l'eau et de l'environnement.

Dans les régions arides et semi-arides, la réutilisation des eaux usées est un élément essentiel de développement, car elle assure une ressource alternative durable en eau, la réduction de la pollution de l'environnement et la protection de la santé publique.

Le développement et la mise en œuvre d'une stratégie globale de gestion intégrée de l'eau avec réutilisation des eaux usées sont les seules voies possibles pour éviter l'augmentation du déséquilibre entre l'alimentation limitée et la croissance rapide de la demande, ainsi que la dégradation importante de l'environnement, l'exploitation poussée des nappes souterraines et l'accroissement de leur pollution.

La réutilisation de l'eau est un domaine en pleine expansion, principalement associé à l'agriculture. Dans les pays où les réserves actuelles d'eau douce sont ou seront prochainement à la limite du niveau de survie, le recyclage des eaux usées est la seule alternative significative peu coûteuse permettant des réutilisations agricoles, industrielles et urbaines ne nécessitant pas une eau de qualité potable.

Le présent travail de dimensionnement d'un système d'irrigation à partir des eaux épurées de la STEP de Saida, portera sur la création d'un périmètre qui sera irrigué à partir des eaux usées traitées par la station d'épuration.

L'objectif de ce projet est la valorisation des potentialités naturelles (eaux et sols) et humaines disponibles pour améliorer durablement le niveau de vie des populations de la zone par l'accroissement de la production agricole et aussi pour préserver l'environnement par le rejet des eaux usées épurées.

Chapitre I

Présentation de la région d'étude

I.1- Situation Géographique :

Notre zone d'étude se situe au niveau de Saïda chef lieu de wilaya, de daïra et de la commune du même nom, elle est située à l'ouest de l'Algérie, avant le découpage de 1984, elle administrait un vaste territoire s'étalant sur 10700 km².

La zone d'étude regroupe trois wilayas Saïda, El Bayad et Naama ; elle est délimitée par :

Au Nord : wilaya de Mascara

Au sud : wilaya d'El-Bayad

A l'Est : wilaya de Tiaret

A l'Ouest : wilaya de Sidi Bel Abbas

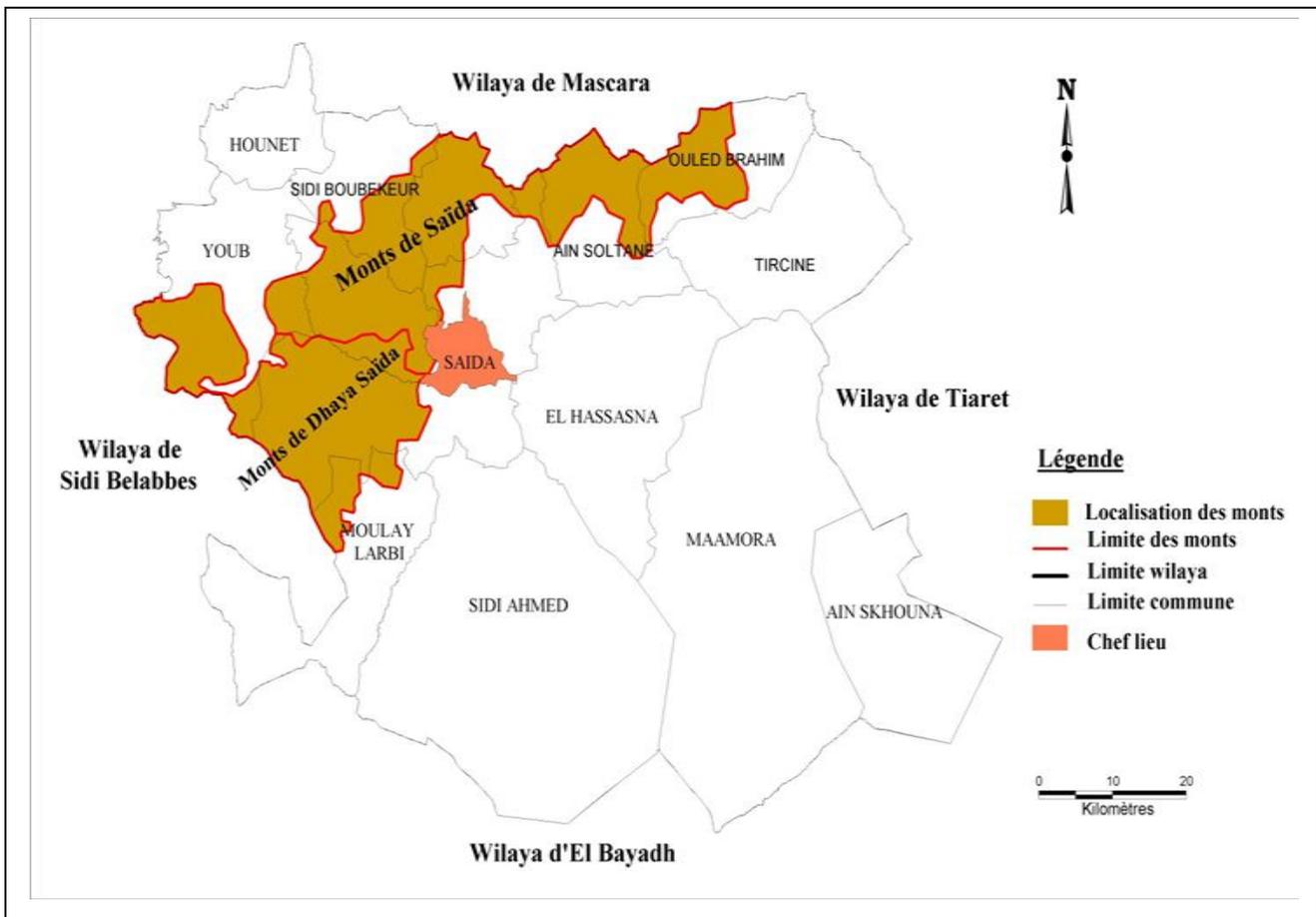


Figure I-1: Situation de la wilaya da Saïda

Le périmètre irrigué nommé périmètre d'Ouled Khaled est située a 11km de la ville de Saïda et a 500 m à l'EST de la route nationale N°6 au point de coordonnées

UTM : 31 242 404 E
3869 968 N

Avec une **altitude** de 710 m

Coordonnées géographiques :

34° 55' 58 '' N
00° 10' 48'' E

Il est irrigué à partir d'une STEP située à 731m d'altitude au niveau de la commune de **Rebahia à 7Km** au nord de la ville de Saïda. Cette station est caractérisée comme suit :

Latitude : 34°55'00'' N

Longitude : 00°09'00 '' E

I.2 - Géomorphologie :

Saïda se situe dans les derniers contreforts tabulaires du versant sud de l'atlas tellien qui est formé par les monts de Tlemcen, de Daya et de Saïda et au seuil des hautes plaines steppiques des hauts plateaux.

Constitués de plusieurs petits massifs, les monts de Saida présentent deux unités :

L'une supérieure, plus élevée (entre 1000 et 1 400 mètres d'altitude) correspondant aux djebels Tafidount (1043 m),Kadjel (1079 m), Belhadj et Makhnez (1195 m), Anane (1172 m),Boumaza et Sidi Youcef (1389 m) et Hamar (1320 m).L'autre inférieure, appelée hautes plaines qui est une succession de vastes alvéoles emboîtées dans l'unité précédente vers 1000 – 1100 m d'altitude.

Elle est située entre l'extrémité des monts de Daya au nord et la région des hauts plateaux au sud.

- Elle s'étend au pied de ces deux massifs de l'Atlas tellien que traverse l'oued de Saïda.

Située au fond d'une vallée à une altitude moyenne de 800 m, Saïda est entourée par les monts de Daya à l'ouest (Sidi Ahmed Zeggai), au sud par les monts de Sidi Abdelkader, à l'Est par les monts de Saïda avec entre autre le djebel Tiffrit qui culmine à 1200 m.

- Au Sud, les terres steppiques recouvertes d'alfa et d'épineux, constituent d'excellents pâturages et s'étendent sur une superficie de près de 60.000 ha .

Bien arrosée par les cours d'eau, notamment le plus important, l'oued Saïda qui prend sa source à

1200 m d'altitude à 14 km au sud de Saïda et s'encaisse dans la roche dure lors de son passage dans les gorges du vieux Saïda ou Madinet El Ogbane.

Son alimentation est surtout pluviale, mais sa grande richesse, est la présence de l'eau en toute saison, il n'est jamais à sec, même durant les grandes chaleurs. Plusieurs petites sources déversent leur eau dans l'oued de Saïda.

Les principales formes de relief observées dans la région d'étude :

Les terrasses actuelles : elles sont situées dans les lits majeurs des oueds et sont constituées de matériaux grossiers, caillouteux à éléments arrondis.

-Les terrasses récentes : leur pente ne dépasse guère 1%. On y trouve des sols Isohumiques et des sols calcimagnésiques.

-Les terrasses anciennes : elles sont situées légèrement plus haut que les précédentes et leur pente reste toujours faible 1 à 2%. Les sols qui s'y sont formés, sont les sols à sesquioxydes de fer et les sols calcimagnésiques.

-Les glacis : les terrasses suscitées, sont raccordées aux montagnes et aux collines par des glacis, dont la pente ne dépasse pas 3%. Ces glacis sont parfois parcourus par des ravineaux très faiblement marqués et deviennent nuls en bas de pente.

(Source : ONID Alger)

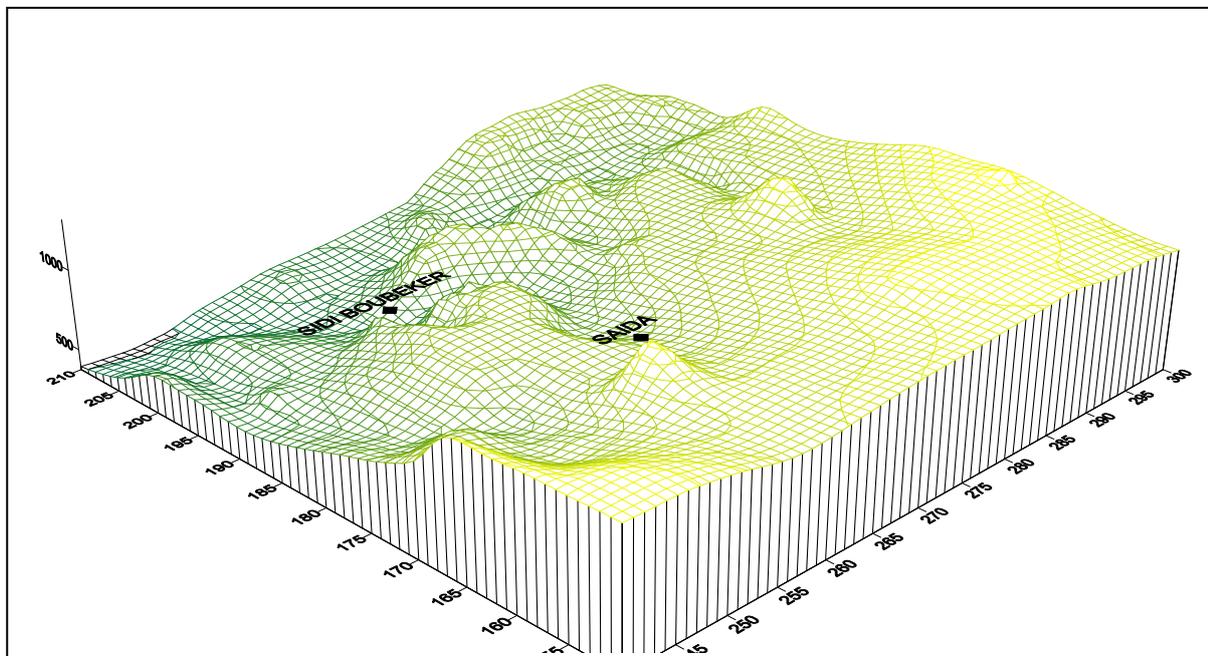


Figure I.2: Région de Saïda vue le Modèle Numérique de Terrain (MNT)

I. 3- Climatologie :

Le climat de la région est sec et chaud en été et très froid en hiver.

-La température peut descendre à -10°C au mois de décembre ; la neige est fréquente et un vent froid descend des plateaux enneigés.

En été, la température peut grimper jusqu'à 50°C à l'ombre (en juillet et août). Les pluies sont irrégulières et la moyenne pluviométrique dans la wilaya, est d'environ 300 à 400 mm / an.

- Le climat est du type méditerranéen semi-aride où les moyennes des précipitations annuelles, avec 436 mm entre 1913 et 1938 (Seltzer) et seulement 357,55 mm entre 1978 et 1998 (ONM) laissent apparaître une différence négative de l'ordre de 78,45 mm. Cette différence a été également soulignée par plusieurs auteurs qui se sont intéressés à l'étude des facteurs climatiques de la zone et qui comparent les précipitations, les températures et les moyennes mensuelles de l'évapotranspiration des deux périodes 1913-1938 et 1978-1998 confirmant une fluctuation climatique et une nette tendance à l'aridité. (Source : ONID Alger)

I.3.1- Précipitations:

La station pluviométrique de Saida (11-11-30) ayant pour coordonnées :

Tableau I-1 : coordonnées de la station pluviométrique

X (Km)	Y (Km)	LONGITUDE	LATITUDE	ALT (m)
267.00	173.00	0 09 19 E	34 49 40	872

La répartition mensuelle de la pluie interannuelle est donnée au tableau n°I-2

Tableau I-2 : Répartition mensuelle de la pluie interannuelle en mm

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Total
Total mm	18,66	43,93	37,82	32,62	33,60	29,38	36,40	32,86	23,62	7,92	3,27	8,71	308.8
en %	6,04	14,22	12,25	10,56	10,88	9,52	11,79	10,64	7,65	2,57	1,06	2,82	100

Source : ANRH de SAIDA(1983-2010)

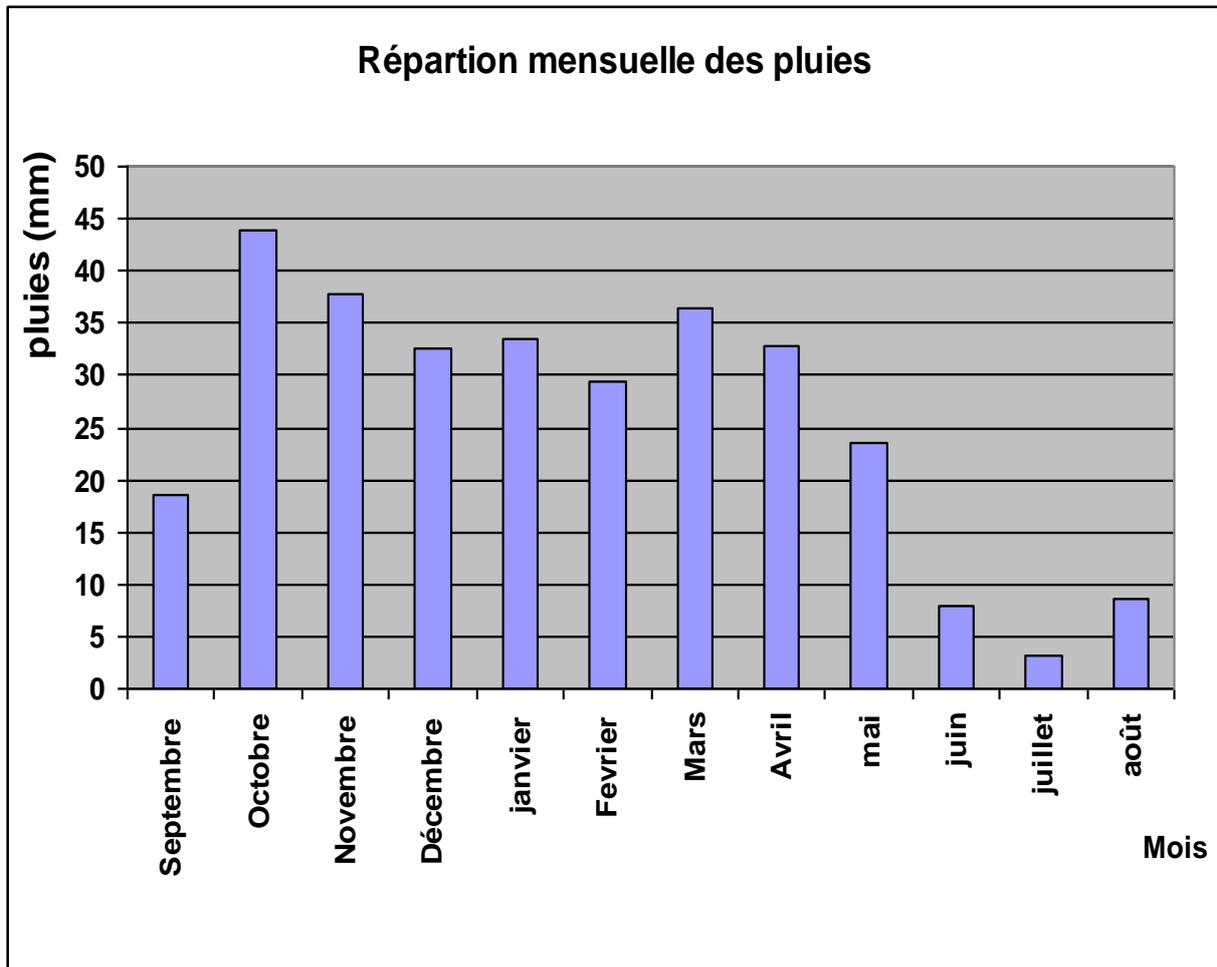


Figure I-3 : Répartition mensuelle des précipitations de la région de Saida

- L'examen de la répartition mensuelle de la pluie interannuelle, montre que la valeur maximale des précipitations est enregistrée en mois d'octobre (43, 93 mm); la moyenne interannuelle des précipitations est de l'ordre de 308,80 mm.

Nous avons eu de plus recours à la carte pluviométrique de l'Algérie du nord établie par l'ANRH qui donne des intervalles de précipitations annuelles enregistrées sur la période (1922-1960 ; 1969-1989)

- Les résultats d'exploitation de cette carte donne une valeur de pluie moyenne comprise entre 300 et 400 mm sur la région d'étude (Fig. I-2) ceci conforte nos résultats sur la base des données observées à la station de Saida (308,80 mm) vu qu'elle sont très proches.

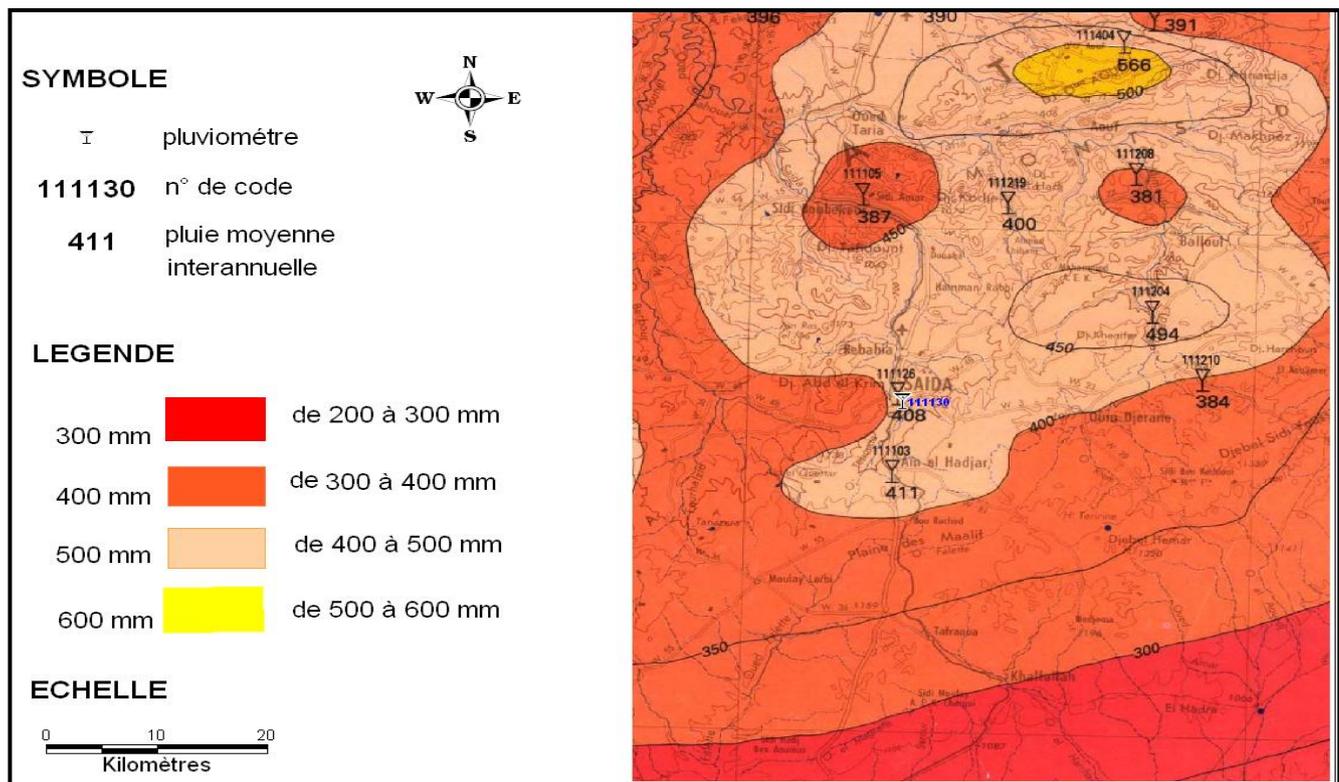


Figure I.4 : Extrait de la Carte pluviométrique La région

I.3.2- Températures :

La répartition mensuelle de la température de l'air est donnée dans le tableau suivant

Tableau I.3 : Répartition mensuelle de la température de l'air en °C

paramètre	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct.	Nov.	Dec
Température Minimale (° C)	2.4	3.1	5.4	6.6	10.8	15.5	18.9	18.9	15.2	12.7	6.6	4.1
Température Maximale (° C)	14	15.2	19	22	26.5	33	36.7	36.1	30.6	25.6	17.3	13.8
Température Moyenne (° C)	8.2	9.2	12.2	14.3	18.7	24.2	27.8	27.5	22.9	19.1	12	9

Source :DHW de(SAIDA)2010

L'examen du tableau des températures mensuelles montre que la valeur minimale de la température moyenne de l'air est celle du mois de Janvier avec une température de 8.2 °C.

- La valeur maximale est obtenue au mois de juillet avec une température moyenne de 27.8 °C ; ce qui veut dire que la zone d'étude connaît des hivers assez froids (rigoureux) et des étés assez chauds.

I.3.3- Humidité relative moyenne :

C'est un élément important du cycle hydrologique contrôlant l'évaporation du sol et la couverture végétale et qui représente un degré de saturation de l'air en vapeur d'eau.

La répartition moyenne mensuelle de l'humidité relative est donnée au tableau N°I.4

Tableau I.4 : Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en %

paramètre	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
HR moy (%)	71	69	65	61	58	45	40	42	56	63	71	74

Source : DHW de(SAIDA)2010

L'examen de la répartition mensuelle, montre que l'humidité relative est élevée toute l'année (plus de 50%).

Les valeurs maximales sont atteintes durant les mois d'hiver (63 à 74%) lorsque les températures sont minimales.

I.3.4 - Vitesse des vents :

Il s'agit d'un facteur important pour l'agronome et l'aménagiste, non seulement il permet de choisir le type d'irrigation mais aussi d'arrêter les systèmes de protection du ou des périmètres.

Les valeurs moyennes de la vitesse du vent enregistrées au niveau de la station de Saida sont présentées dans le tableau ci-dessous

Tableau I-5 : Vitesse du vent en m/s

paramètre	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Vitesse du vent (m/s)	2.9	2.9	3.2	3.3	3.1	3	2.9	2.9	2.7	2.8	2.7	2.9	2.9

Source : DHW de(SAIDA)2010

Les vitesses du vent sont relativement faibles et homogènes durant toute l'année.

La moyenne mensuelle est de 2,9 m/s ; ceci a priori le périmètre ne nécessitera pas une grande protection.

I.3.5 - insolation:

La quantité d'heures d'ensoleillement dans la région est assez élevée, l'ensoleillement annuel total est de 3512 heures. Les mois les plus ensoleillés sont ceux de l'été (juin, juillet et Août).

Tableau I-6 : Insolation :

Année/Mois	Jan	Fev	Mar	Ar	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Durée mensuelle de l'insolation totale (heure)	198.9	219.2	267.7	321.7	351.1	393.8	393.1	363.4	306.2	340.9	186.8	168.9	3512

Source : DHW de (SAIDA) 2010

I.4.-Classification de sol de la région :

Les sols de la zone d'étude se répartissent comme suit :

Classe : Sols peu évolués

Sous classe : Non climatique

Groupe : D'apport alluvial

Sous – groupe : Modal

Famille : Alluvions fines calcaires

Série : Profond

Type : Texture limoneuse.

La prospection pédologique et l'analyse des différents échantillons ont révélés l'existence de quatre (04) classes :

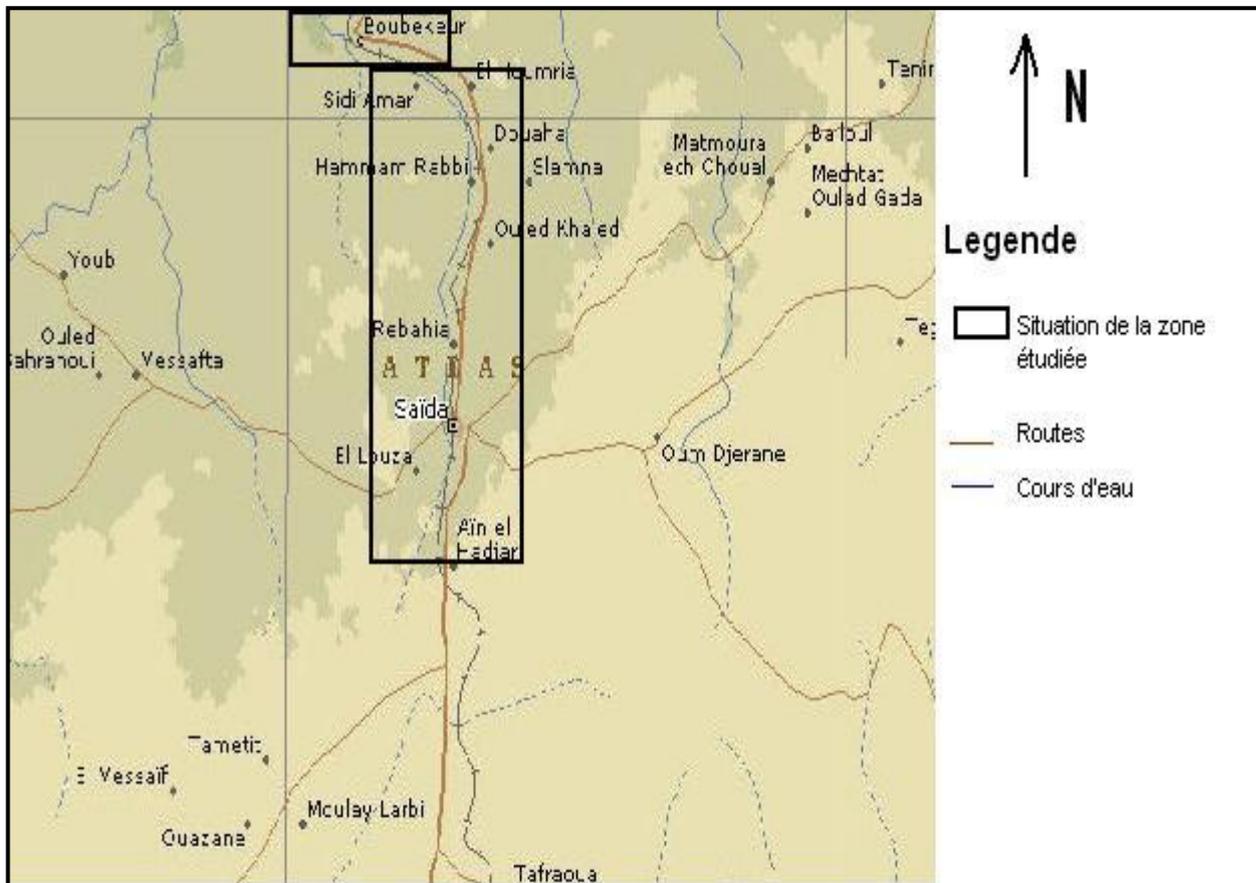
- Sols peu évolués.
- Sols calcimagnésiques.
- Sols à sesquioxydes de fer (rouges peu lessivés).
- Sols Isohumiques.

a)-Ressource-on sol :

Tableau I-7 : Répartition des classes par superficie :

Classes de sols	Superficie en hectares
Sols peu évolués	328.50
Sols calcimagnésiques	252.80
Sols à sesquioxydes de fer	252.60
Sols Isohumiques	88.70

Source DHW de (SAIDA) 2010



Echelle : 1/500000

Figure I-3 : Plan de situation du périmètre d'étude

Conclusion :

L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région à un climat semi aride, et l'analyse du sol nous donne un sol peu évolués de texture limoneuse, pas salé avec une quantité de matière organique moyenne, et assez imperméable.

Chapitre II

Présentation de la STEP

Introduction :

L'objectif de toutes les stations d'épuration des eaux résiduaires est celui d'atteindre des rendements, pendant le traitement, pour qu'ils soient en accord avec la législation en vigueur et avec les coûts économiques, sociaux et environnementales minimums

II.1- La STEP de SAIDA :**II.1.1 - Localisation :**

Il s'agit de la plus grande station d'épuration à l'échelle de la wilaya ; cette dernière est conçue pour la protection de l'environnement par le rejet des eaux usées de la ville de Saida et des unités industrielles après leur traitement, ce qui conduirait à la protection de la nappe située dans la vallée de l'Oued Saida

La STEP en question est située à la sortie de la ville de Saida, sur la rive droite à l'oued Saida, elle est achevée à fin 2009, son exploitation a démarré début 2010 et sa gestion sera assurée par le constructeur sur une durée de deux(02) années. Les coordonnées de la station sont comme suit :

X= 267 000 m

Y= 178 200 m

Z = 730.31 m

II.1.2 - Procédés d'épuration :

La station d'épuration de Saida fonctionne avec le même procédé que la STEP de Ain El Hadjar sur la base d'un procédé à boues activées, la filière de traitement comprend :

Dégrillage

Dessablage et déshuilage

II.1.3 - Traitement biologique par boues activées comportant :

Un bassin de décantation primaire

Un bassin d'aération avec deux aérateurs

Un bassin de décantation secondaire

Poste de pompage des boues

Digesteur de boues

Lits de séchage

La STEP est destinée à traiter les eaux usées de la ville de Saida et de l'agglomération de Rebahia et les eaux industrielles venant des usines et raccordées à la STEP ; concernant les usines, il s'agit de L'usine de production de lait (OROLAIT)

L'usine de fabrication de détergents (ENAD)

Une unité de limonadière

Une unité de fabrication d'abrasifs

Un centre enfûteur de gaz (remplissage de bouteilles)

Concernant les rejets industriels, il est supposé que ces derniers doivent être traités d'abord au niveau de chacune des unités citées avant de procéder au raccordement sur le réseau assainissement avant de rejoindre la STEP ; l'information qui nous a été communiquée récemment est que la plupart des raccordements au réseau assainissement sont faits par contre, les traitements préalables au niveau des unités comme exigée par la réglementation ne sont pas effectués.

II.1.3 - Exploitation:

La durée de l'exploitation: 2 ans

Montant : 80.323.615 dinars/2 ans

118.000 €/2 ans

Dans les Cahiers de Charges figurent les conditions contractuelles:

- Prestations à fournir
- Qualités des eaux traitées
- Journal et rapports d'exploitation
- Analyses de contrôle à réaliser et fréquences
- Contrôle par le Maître d'ouvrage

- Conditions particulières du service
- Rémunération de l'exploitation
- Pénalités

II.1.4 - Eau entrée à la STEP:

Débits 30.000 m³/jour

MES 400 mg/l

Charge MES 12.000 kg MES/jour

DBO5 300 mg/l

Charge DBO5 9.000 kg DBO5/jour

Le volume rejeté est de 19206 m³/j

II.1.5 Exigences Eau Traitée.

- DBO5 < 25 mg/l

- MES < 30 mg/l

II.2 -Types d'installations

a) Types de système d'assainissement: STEP individuel ou groupe d'STEP 's

- Distribution des installations dans la STEP ou distribution géographique du système d'épuration.
- Existence ou pas d'installations extérieures: stations de relevage, collecteurs, recyclage d'eau traitée.

b) Type de procès existants.

- Degré d'automatisation et informatisation.
- Incidence des déchets industriels.
- Degré d'homogénéisation des équipements.

II.3 - Propres de la gestion de personnel:

- Organisation des tâches à réaliser pendant l'exploitation: laboratoire, maintenance,
- Antiquité des installations et état de celles-ci.
- Formation du personnel et productivité de ceux-ci.

- Normatives socioprofessionnels existants: convention, règlements, décrets.
- Permanence ou pas du personnel les 24 h et les 365 jours

Types des procès existants



Figure II.1 : Dessaleur-déshuileur



Figure II.2 : Dégrillage grossier + fins

II.4 -But de Degré d'automatisation et information.

- * Permet un contrôle centralisé (salle de contrôle) en suivant les conditions de fonctionnement
- * Suivi en temps réel
- * Détection d'alarmes
- * Acquisition des données (information instantanée et stockée)
- * Facilite les tâches de maintien et exploitation
- * Ne supprime pas le contrôle de la part du personnel, il est indispensable

Ex. Failles dans les capteurs qui envoient signaux erronées aux équipements qui commande



Figure II.3 : salle de contrôle

-II.5 - Incidence du déchet industriel :

L'entrée dans le réseau de l'égout des déchets industriels, sans traitement préalable, peut causer des perturbations dans le système.

Il y a un règlement de déchets qui empêche l'arrivée à la STEP de différentes qualités à celles pour lesquelles a été dimensionnée la STEP.

Un déchet qui dure plus d'une minute, peut abîmer le fonctionnement de la STEP pour des jours et semaines.

Un des principaux problèmes pour le chef de la station, c'est celui d'affronter l'arrivée imprévue d'un déchet incontrôlé, parce qu'on ne connaît pas de quelle façon peut affecter le fonctionnement de la STEP et ses installations.

Débit Traitement Biologique : 30.000 m³/jour

Débit Moyenne Horaire : 1.250 m³/h

Débit Maximale Prétraitement : 3.000 m³/h

Débit Minimale Entrée : 800 m³/h

II.6- Définitions Matière Organique :

- La matière organique comprise en l'eau c'est un mélange complexe de substances.
- Les essais d'oxygène consommé servent pour déterminer la quantité mais pas pour la détermination de ses composants.
- La Demande Chimique d'Oxygène (DCO) utilise comme oxydant dichromate potassique en moyen sulfurique.
- La Demande Biochimique d'Oxygène (DBO) est la quantité d'oxygène (mg/l) consommé en incubation à 20 °C et en l'obscurité en un temps déterminé.

II.7 - Ligne de Traitement :

- Prétraitement.
- Traitement secondaire
- Traitement trait -aire

- Gestion de boue

II.7.1 - Prétraitement

Prétraitement Conformé par:

- Séparation solides grossier.
- Séparation solides fins.
- Séparation sable
- Séparation graisses.
- Pompage au réacteur biologique

Réalèse par :

- dégrillage grossiers: 1 unité placée à l'entrée
- grille manuelle avec pas de 50 mm.
- dégrillage fin : 2 unités placées en deux canaux de prétraitement.
- grille automatique pas de 10 mm

Dégrillage by-pass :

- 1 unité placé au canal by-pass.
- grille manuelle avec pas de 20 mm



Figure II.4 : Dégrillage grossier + fins

Dessablage-déshuileur :

- numéro canaux dessablage : 2 unités
- longueur totale : 17,00 m
- largeur totale : 4,00 m
- largeur zone d'huiles : 1,50 m
- pompes submersible sables : 2 unités
- aération : 3 sur presseurs
- Puissance sur presseurs : 7,5 KW

Classificateur sables:

- Extraction vit transporteur: 65 m³/h
- Extraction sable à travers benne.

Concentrateur graisses:

- Volume: 3,5 m³
- Extraction graisses à travers benne.



Figure II.5 : Dessablage – Déshuilage



Figure II.6: Classificateur de sable



Figure II.7 : Concentrateur de graisses

Relevage à Réacteur Biologique :

- 3 +1 Pompes centrifuges submersible
- $Q = 834 \text{ m}^3/\text{h}$ $H = 9,35 \text{ m}$
- Le débit sera déterminé par un débitmètre électromagnétique.
- Control de pompes par interrupteurs de niveau ou par sonde de pression.



Figure II.8 : Pompage de relevage

II.7.2 -Traitement secondaire

II.7.2.1- Procédé boues activées :

- Transformation au réacteur biologique de la matière organique que les eaux usées contiennent grâce à l'action bactérienne, en matière cellulaire et énergie.

II.7.2.2- Décantation :

- Séparation de la biomasse de l'eau clarifiée, en recirculant les boues sédimentées à nouveau vers le réacteur pour maintenir le contenu de micro-organismes dans le liquide de mélange.

Traitement secondaire réalisé par :

- réacteur biologique :

2 Réacteurs unitaires de fonctionnement autonome.

- Longueur unitaire : 72 m
- Largeur unitaire : 48 m
- Hauteur utile : 4,5 m
- Volume utile unitaire : 15.552 m³RS

Réacteur Biologique :

- Charge Massique : 0,08 kg DBO₅/Kg SS/jour
- Charge Volumique : 0,28 kg DBO₅/m³/jour
- SSLM : 3650 mg/l
- Épuration avec boues activées à faible charge.
- Aération prolongée Boues digérées.



Figure II.9 : Réacteur Biologique



Figure II.10 : Décanteurs secondaires

Décanteurs secondaires.

- 2 Décanteurs (type pont racleur 2/3 du diamètre).
- Diamètre : 43 m
- Charge hydraulique Q moyen : 0,43 m³/m²/h
- Charge hydraulique Q maximum : 0,86 m³/m²/h
- Charge solides Q moyen : 1,57 kg/m²/h
- Charge solides Q maximum : 3,14 kg/m²/h

II.7.3 - Traitement Tertiaire

II.7.3.1- Chloration :

Destruction des microorganismes pathogènes dans les eaux versées. L'objectif est la prévention de la diffusion des maladies et la protection de l'approvisionnement des eaux potables, des plages dans les zones côtières et les zones récréatives.

Agent désinfectant utilisé:

Hypochlorite de sodium (Na ClO)

II.7.3.3 -Gestion des boues

a) Refoulement de boues: Vers le réacteur pour maintenir le contenu de microorganismes dans la liqueur de mélange.

Refoulement boues sédimentés procédant du Décanteur vers le réacteur (8 kg / m³).

3 pompes centrifuges submersibles (2 +1).

$Q = 750 \text{ m}^3/\text{h}$ $H = 4,64 \text{ m c e}$

Fonctionnement par :

1. Temporisation.
2. Pourcentage eau entrée au réacteur biologique.

b) Purge de boues :

Les boues en excès sont éliminés du système, épaissies pour réduire la fraction liquide à niveau de l'épaississeur et finalement aux lits de séchage.

C) Epaississement des boues :

• L'épaississement est un procédé qui s'utilise pour augmenter le contenu de solides des boues grâce à l'élimination d'une partie de sa fraction liquide.

Épaississeur de traction centrale.

1. Unité.
2. Diamètre : 18 m
3. Charge hydraulique : 0,39 m³/m²/h
4. Fonctionnement en continu les 24 heures (automatique et manuel).

Traitement Tertiaire réalèse par :

Canal Chloration.

- Hauteur utile : 3 m
- Hauteur Totale : 4 m

- Largeur : 10 m
- Longueur : 31 m
- Temps résidence Q moyenne : 45 min
- Temps résidence Q maximum : 22 min



Figure II.11 : Epaisseur

Boues épaisses vers les lits de séchage

Les boues épaisses à l'épaississeur sont pompées aux lits de séchage pour la déshydratation.

1. Deux pompes hélicoïdales (1+1)
2. Q unitaire : 36 m³/h
3. Hauteur manométrique : 20 m
4. Fonctionnement par temporisation.
5. Détermination du débit par un débitmètre électromagnétique.

Déshydratation aux lits de séchage :

Déshydratation pour l'action du soleil.

1. Numéro des lits de séchage : 20 unités.
2. Longueur : 30 m

3. Largeur : 15 m
4. Surface : 450 m
5. Profondeur : 0,40 m
6. Volume unitaire : 180 m³
7. Volume totale : 9.000 m³

II.8- Dosage Hypochlorite de Sodium :

- Tank stockage Na ClO : 3000 l
- 2 pompes doseuses (1+1).
- Q unitaire pompe : 100 l/h
- Control pompes doseuses à travers sonde de chlore.
- Débitmètre à la Sortie type Venturi.

Conclusion :

Le choix du procédé d'épuration biologique ne pourra se faire qu'après avoir déterminé les possibilités de réutilisation de l'effluent épuré et par conséquent après détermination de la qualité de l'eau épurée qui pourrait satisfaire à une éventuelle réutilisation

Chapitre III

Origine et composition des eaux Usées

Introduction :

Qu'il s'agisse de quantité ou de qualité, la question des ressources en eau douce au niveau planétaire ne cesse d'être soulevé. D'une part, dans un contexte de changement climatique où les réserves s'amenuisent de façon inquiétante en raison de l'augmentation des températures, des consommations accrues par l'augmentation des activités humaines et de l'accumulation de déficits pluviométriques. D'autre part, la consommation d'eau douce s'accompagne de rejets d'eau polluée, pollutions parfois invisibles, mais qui menacent la qualité des réserves.

La pollution diffuse de l'eau douce des milieux aquatiques provient de toute la surface d'un territoire et les polluants sont transmis indirectement aux milieux aquatiques, par le sol. Maîtriser ce type de pollution s'avère particulièrement ardu en raison de son caractère non localisé et de la multiplicité des facteurs et des acteurs. En effet, s'il est possible de traiter une émission localisée de polluant avant la contamination des milieux aquatiques, on ne peut ni capter le rejet de polluant, ni le traiter lorsque l'émission est répartie sur toute la surface d'un territoire. Cette pollution diffuse perturbe les écosystèmes et la qualité de la vie humaine, sur un plan biologique par une eutrophisation et une perte de biodiversité, et sur un plan socio-économique par les coûts de traitement de l'eau et les effets négatifs sur le tourisme. Des mesures politiques l'eau douce.

Au plan européen par exemple, citons la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) qui impose aux pays membres une série d'objectifs concernant la gestion de leurs milieux aquatiques continentaux. Parmi les mesures-clés, la gestion par bassin versant a été imposée dès 2004 et l'obtention d'un « bon état écologique » .

III.1- Rejets des eaux usées :

-Caractérisation des rejets urbains:

Il s'agit avant tout, de connaître la qualité des eaux usées, par la quantification des éléments "nuisibles":

- . La santé de l'homme
- . à la production végétale et animale
- . aux sols
- . aux nappes sou terraines

. à l'environnement

III.2-Origine des eaux entrant en station d'épuration :

Les eaux usées telles que définies dans l'introduction ont trois origines possibles :

- les eaux domestiques
- les eaux industrielles
- les eaux de ruissellement

Les rejets domestiques

III.2.1- Les eaux usées d'origine domestique :

Sont issues de l'utilisation de l'eau (potable dans la majorité des cas) par les particuliers pour satisfaire tous les usages ménagers. Lorsque les habitations sont en zone d'assainissement collectif, les eaux domestiques se retrouvent dans les égouts. On distingue généralement deux « types » d'eaux usées domestiques qui arrivent toutes deux dans le réseau d'assainissement :

- les eaux vannes, qui correspondent aux eaux de toilettes ;
- les eaux grises qui correspondent à tous les autres usages : lave-linge, lave-vaisselle, douche/bain, etc.

a)La composition des eaux usées d'origine domestique :

Peut être extrêmement variable, et dépend de trois facteurs :

- la composition originelle de l'eau potable, qui elle-même dépend de la composition de l'eau utilisée pour produire l'eau potable, de la qualité du traitement de cette eau.

Des normes sanitaires du pays concerné, de la nature des canalisations, etc.

- les diverses utilisations par les particuliers qui peuvent apporter un nombre quasi infini de polluants : tous les produits d'entretien, lessives mais aussi, solvants, peintures, mercure de thermomètre, colle, etc.

III. 2.2 -Les eaux usées d'origines industrielles :

- Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales : blanchisserie, restaurant, laboratoire d'analyses médicales, etc.

L'article L.35-8 du Code de la santé publique précise que le déversement de ces eaux dans les égouts publics n'est pas un droit et doit être préalablement autorisé par la collectivité.

-Les rejets industriels peuvent donc suivre trois voies d'assainissement :

- soit ils sont directement rejetés dans le réseau domestique
- soit ils sont prétraités puis rejetés dans le réseau domestique
- soit ils sont entièrement traités sur place et rejetés dans le milieu naturel.

- Ce dernier cas ne nous intéresse pas dans le cadre de la réutilisation des eaux usées épurées.

Dans le cas d'un rejet dans le réseau domestique, avec ou sans prétraitements, les effluents industriels peuvent fortement modifier la composition des eaux usées. Cette modification est très étroitement liée à l'activité industrielle concernée et peut prendre des formes innombrables.

III.2.3- les eaux de ruissellement :

-Les eaux de pluie qui ruissellent sur les surfaces imperméabilisées, en général en zone urbaine, sont collectées par un réseau qui peut-être le même que celui qui collecte les eaux usées, ou non.

On distingue:

- les réseaux unitaires : un seul collecteur assure le transport des eaux usées et des eaux pluviales. La qualité et le volume des eaux qui arrivent alors à la station d'épuration sont très variables.

Pour éviter qu'un débit supérieur à sa capacité n'arrive à la station d'épuration, des ouvrages de déviation (réservoirs et déversoirs d'orage) sont répartis sur le réseau.

- Les réseaux séparatifs : deux réseaux sont mis en place, l'un pour collecter les eaux Usées, l'autre pour les eaux de ruissellement. En principe seules les eaux usées arrivent à la station d'épuration pour traitement, c'est-à-dire que les eaux de pluie ne sont pas traitées et rejetées

directement. La station ne doit donc théoriquement recevoir qu'un effluent brut de qualité relativement régulière et de débit relativement bien déterminé.

Les deux types de réseau présentent des inconvénients et des avantages et sont adaptés à des situations différentes. De manière très générale, les vieux réseaux sont plus souvent des réseaux unitaires : c'est le cas de Paris. Il est souvent très difficile de passer d'un réseau unitaire à un réseau séparatif, à cause des travaux très importants que cela nécessite. Les réseaux séparatifs sont donc plus souvent envisagés pour la construction de nouvelles zones urbaines que pour l'aménagement d'anciens quartiers.

Les eaux de pluie peuvent être récupérées avant d'atteindre le réseau ou le milieu naturel pour être utilisées à des fins diverses : il s'agit d'une utilisation des eaux de pluie UEP est, au même titre que la REUE, une forme de recyclage de l'eau. Elle ne sera pas abordée cette étude.

III. 3- Composition des eaux usées :

La composition des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leur origine (industrielle, domestique, etc.). Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes. En fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées en quatre groupes : les micro-organismes, les matières en suspension, les éléments traces minéraux ou organiques, et les substances nutritives.

Dans cette partie, nous traiterons de manière plus détaillée :

- les micro-organismes car ils constituent le principal danger sanitaire pour la réutilisation des eaux usées épurées.
- Les éléments traces dont les effets sanitaires à long terme sont moins connus, notamment leur implication potentielle dans la survenue de cancers.

Pour chacune des substances présentes dans les eaux usées, nous allons considérer les modalités de la contamination chez l'homme. Les quatre voies de contamination que l'on retrouve classiquement sont :

- la contamination par ingestion : c'est la plus commune. D'une part, il y a l'ingestion directe, lorsqu'il y a consommation d'eau.

- La consommation d'eau potable, ou involontaire, par exemple « boire la tasse » en natation. D'autre part, il y a l'ingestion indirecte, par exemple quand les eaux épurées sont utilisées pour irriguer des cultures dont les produits sont ensuite consommés ;
- La contamination par inhalation : elle est moins importante et n'est pas possible pour tous les polluants. Elle se produit lors de la formation d'aérosols, dans le cas de l'irrigation par aspersion ou de l'utilisation d'un karcher.
- La contamination par voie cutanée : un simple contact peut entraîner une contamination, souvent grâce à des microcoupures sur la peau. Seule la bactérie *Leptospira* est vraiment concernée par ce mode de transmission.

III.3.1- Les micro-organismes :

Les micro-organismes comprennent, par ordre croissant de taille : **les virus, les bactéries, les protozoaires** et les **helminthes**. Ils proviennent dans leur immense majorité des matières fécales ; on distingue alors la flore entérique (*i.e.* intestinale) normale et les micro-organismes pathogènes. On ne parlera ici que de ces derniers. Ils ont des effets divers sur la santé : ils sont la cause d'infections bénignes (gastro-entérite par exemple) comme de maladies mortelles (choléra). Le pouvoir pathogène des micro-organismes (ou **pathogénicité**) dépend de plusieurs facteurs.

III.3.2- Les virus :

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nmi) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries. Ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre la poliomyélite, par exemple), soit chez un individu infecté accidentellement.

- L'infection se produit par l'ingestion dans la majorité des cas, sauf pour le Coronavirus où elle peut aussi avoir lieu par inhalation. La plupart des virus que l'on peut trouver dans les eaux usées, avec les symptômes de la maladie qui leur est associée, éventuellement le nombre moyen de virus que l'on trouve dans un litre d'eau usée et la voie de contamination principale.

III. 3.3-Les bactéries :

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau.

Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 µm. La quantité moyenne de bactéries dans les fèces est d'environ la majorité de ces bactéries ne sont pas pathogènes. Cependant, chez un hôte infecté, le

nombre de bactéries pathogènes peut être très important. Les bactéries entériques sont adaptées aux conditions de vie dans l'intestin, c'est-à-dire une grande quantité de matière carbonée et de nutriments, et une température relativement élevée (37°C). Leur temps de survie dans le milieu extérieur, où les conditions sont totalement différentes, est donc limité. Par ailleurs, les bactéries pathogènes vont se trouver en compétition avec les bactéries indigènes, ce qui limitera leur développement.

-Bactéries pathogènes d'origine hydrique sont responsables de la mort de 3 à 10 millions de personnes par an dans le monde.

III.3.4- Les protozoaires :

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte. Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance, appelée kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées .

III.3.5- Les helminthes :

Les helminthes sont des vers multicellulaires. Tout comme les protozoaires, ce sont des organismes parasites. Les œufs d'helminthes sont très résistants et peuvent notamment survivre plusieurs semaines voire plusieurs mois sur les sols ou les plantes cultivées.

III.4- Les facteurs de la pathogénicité des micro-organismes

Les micro-organismes pathogènes présents dans l'environnement ou dans l'eau ne vont pas toujours déclencher une maladie s'ils sont absorbés.

-La pathogénicité des micro-organismes dépend de plusieurs facteurs que l'on peut regrouper en deux classes : les facteurs concernant la physiologie du micro-organisme et ceux concernant la physiologie de l'hôte infecté.

III.4.1- La physiologie du micro-organisme :

La latence est la durée nécessaire pour qu'un pathogène devienne infectieux. Elle est différente selon les micro-organismes. Elle est nulle pour la majorité des virus, des bactéries et des protozoaires (c'est-à-dire qu'ils sont immédiatement infectieux). Au contraire, la plupart des helminthes ont

besoin d'une période de latence, doivent atteindre une certaine maturité, soit que le passage par un organisme hôte non humain soit obligatoire (ex : le bœuf pour le *Tænia*).

Les micro-organismes pathogènes sont le plus souvent adaptés aux conditions régnant dans le corps humain, c'est pourquoi leur survie est souvent limitée à quelques semaines dans le milieu extérieur. Elle dépend à la fois des caractéristiques des micro-organismes (certains sont plus résistants que d'autres) et des conditions du milieu extérieur : pH, température, ensoleillement.

III.4.2-Les matières en suspension (MES) :

Ce sont des matières biodégradables pour la plupart. Les micro-organismes sont le plus souvent adsorbés à leur surface et sont ainsi « transportés » par les MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures.

III.4.3-Les micropolluants organiques et non organiques :

Une pollution multiple et complexe

Les micropolluants sont des éléments présents en quantité infinitésimale dans les eaux usées.

La voie de contamination principale, dans le cas d'une réutilisation des eaux usées épurées, est l'ingestion. C'est la contamination par voie indirecte qui est généralement préoccupante.

Ainsi, certains micropolluants, comme les métaux lourds ou les pesticides, peuvent s'accumuler dans les tissus des êtres vivants, et notamment dans les plantes cultivées. Il peut donc avoir une contamination de la chaîne alimentaire et une concentration de ces polluants dans les Organismes.

La crispation actuelle de l'opinion publique à leur sujet, et le manque de connaissances sur leurs effets à long terme incite à analyser avec soin la nature et la présence de ces micropolluants dans les eaux usées.

III.4.5-Les métaux lourds :

Les métaux lourds que l'on trouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux les plus abondants (de l'ordre de quelques µg/l) sont le fer, le zinc, le cuivre et le plomb.

-Les autres métaux (manganèse, aluminium, chrome, arsenic, sélénium, mercure, cadmium, molybdène, nickel, etc.) sont présents à l'état de traces. Leur origine est multiple : ils proviennent « des produits consommés au sens large par la population, de la corrosion des matériaux des réseaux

de distribution d'eau et d'assainissement, des eaux pluviales dans le cas de réseau unitaire, des activités de service (santé, automobile) et éventuellement de rejets industriels »

III.5- Les substances nutritives :

Potassium, Phosphates et Nitrates leur présence dans les eaux usées peut avoir un impact négatif sur la santé humaine et la qualité des eaux superficielles et dans une moindre mesure un impact bénéfique sur les cultures dans le cas d'une réutilisation agricole.

a) Le potassium :

Est présent dans les effluents secondaires à hauteur de 10 à 30 mg/l .Il peut donc couvrir une partie des besoins des plantes.

b) Les phosphates :

Sont présents dans les effluents secondaires à hauteur de 6 à 15 mg/l.

Cette quantité est en général trop faible pour modifier le rendement, et en cas d'excès, les phosphates se fixent dans le sol. Ils peuvent alors être entraînés par l'érosion et participer au phénomène d'eutrophisation.

c)Les nitrates :

Permettent de fournir de l'azote à la plante, sont les plus problématiques. En effet, apportés en excès, ils peuvent avoir plusieurs impacts négatifs :

- sur les cultures : ils entraînent des retards de maturation, une altération de la qualité,
- sur le milieu naturel : les nitrates sont les principaux responsables de l'eutrophisation des milieux aquatiques
- sur la santé humaine : les nitrates peuvent être à l'origine de la formation de nitrites et de nitrosamines, responsables de deux phénomènes potentiellement pathologiques :
 - la méthémoglobinémie et un risque de cancer.
 - les nitrites sont de puissants oxydants qui ont la capacité de transformer l'hémoglobine en méthémoglobine, rendant le sang incapable de transporter l'oxygène jusqu'aux tissus.
 - les nourrissons de moins de 6 mois représentent une population à risque.

III.6-Les polluants classiques :

DBO 5 Ou DBO carbonée (DBO)

Le total des solides en suspension (MES)

Coliformes fécaux

Les huiles et graisses

PH

Polluants spéciales

- Les polluants toxiques (polluants prioritaires). L'EPA à promulgué une liste et des normes de rejet pour polluants organiques et inorganiques de spéciale préoccupation.
- Les non-conventionnels polluants. Ce sont des polluants qui ont été identifiés pour le contrôle dans des secteurs spécifiques des lignes directrices des effluents.

III.7-Les solides en suspension :

La croissance microbienne dans la réception organismes; dépôt de boues.

Couverture; toxicité éventuelle; la turbidité Coliformes et d'autres micro-organismes.

Les problèmes de santé

PH

Toxicité pour la flore, la faune, les êtres humains

Huile et graisse

Encrassement; dommages à la flore et faune

Nutriments (azote, phosphore)

Toxicité pour la vie aquatique; l'eutrophisation

Couleur

Esthétique; Inhibition de la algale croissance

Température

Toxicité pour la vie aquatique

Surfactants

Toxicité pour la vie aquatique; l'esthétique

Mercaptans,

Le chlore, ça sentait mauvais composés

Odeurs

Sulfure; sulfates

Toxicité; odeur (H_2S); pH Les métaux lourds

Toxicité pour la flore, la faune, les êtres humains

Les composés toxiques

Toxicité pour la flore, la faune, les êtres humains

III.8-Phénolique composés :

Toxicité pour la flore, la faune, les êtres humains;

Odeur

Cyanures

Toxicité pour la flore, la faune, les êtres humains

Problèmes liés aux substances nutritives

(Azote, phosphore)

- L'azote (sous forme d'ammoniac, nitrites et nitrates) et phosphore sous forme d'ortho phosphate HPO_4^{2-} Ou poly-phosphates sont présents dans les eaux usées en raison de nombreux artificielle les engrais, les excréments humains, des déchets animaux de ferme, et de nombreux procédés industriels

- Ces deux éléments nutritifs peuvent causer d'importants problèmes dans l'environnement si elles sont rejetées dans des quantités appréciables et les concentrations

III.9 -Problèmes liés aux substances nutritives :

- L'ammoniac peut être converti par la nitrification bactéries aux nitrites et nitrates dans une étape de deux séquences:

- L'épuisement rapide de l'oxygène qui peuvent entraîner (Surtout par temps chaud) peut entraîner le dé oxygénation de l'eau résultant de poissons meurtre et les problèmes associés à anoxique état (par exemple, les odeurs)

- L'ammoniac est une base faible et se dissocie en de l'eau selon la réaction:

- L'ammoniac (en particulier dans sa forme non dissociée)

Peut être toxique pour la vie aquatique, même dans les petites concentrations

- La concentration d'ammoniaque inférieures à 0,02 mg / L est considéré comme acceptable pour les poissons et les autres formes de vie aquatiques

- La toxicité de l'ammoniac dépend du pH, comme on peut voir de l'équation ci-dessus

- Les nitrates dans l'eau potable est relativement sûr pour adultes, mais tout à fait dangereux pour les nourrissons en dessous de 6 mois

- Les nourrissons n'ont pas un digestif pleinement développé voies. Par conséquent, le pH dans l'estomac est d'environ 4.0 (par opposition à 2,0 chez les adultes).

Ce plus grand pH favorise la croissance d'une bactérie capable de convertir le nitrate en nitrite

Conclusion :

Compte-tenu des éléments présents dans les eaux usées, la réutilisation d'une eau de mauvaise qualité peut présenter des risques pour la santé et l'environnement, et poser des problèmes d'ordre technique en bouchant les conduites et les systèmes d'irrigation par exemple. D'un point de vue sanitaire, la quantité de contaminants qui parvient dans l'environnement se nomme la charge excrétée.

Sa composition dépend de la population à l'origine de la production des eaux usées, et notamment de la proportion d'individus infectés et des conditions d'hygiène.

Elle peut être considérablement réduite par un traitement adéquat. Ce dernier est donc impératif dans le cas d'une REUE.

Chapitre IV

Caractéristique et analyse des eaux Usées

Introduction :

Connaître la qualité des eaux traitées, quand à leur utilisation à des fins agricoles et dans le respect des recommandations contenues dans les termes de références du contrat est une exigence, pour cela on a besoins de l'analyse de ces eaux.

Concernant la grande STEP de Saida, cette dernière est actuellement en fonction, elle ne peut recevoir que 20% des eaux industrielles, les analyses physicochimiques, microbiologiques et celles des métaux lourds sont effectuées par le Laboratoire de l'ONA.

IV.1-Caractérisation des eaux usées et Analyse :

Les caractéristiques des eaux usées peuvent être classées en trois grandes catégories:

- Les caractéristiques physiques
- Les caractéristiques chimiques
- les caractéristiques biologiques

Chacune de ces catégories peut être encore décomposé et associer à des types différents de tests et mesures.

Les paramètres les plus importants utilisés pour caractériser des eaux usées sont les suivants:

- La teneur en solides
- Les odeurs
- Température
- Densité
- Couleur
- La turbidité

IV.2- Eléments de définitions de la qualité d'eau :

Les eaux usées transportent de nombreux micro-organismes, certains sont pathogènes, ce qui fait que le problème sanitaire se pose de manière cruciale lorsque ces eaux font l'objet d'une réutilisation.

L'appréciation du risque a fait l'objet d'études épidémiologiques, sur lesquelles se basent les recommandations énoncées au plan mondial par l'OMS,

Le risque sanitaire n'est pas seulement imputable aux micro-organismes, il faut également prendre en compte les risques dus aux éléments toxiques, par exemple les métaux lourds qui peuvent s'accumuler dans la chaîne alimentaire, ou contaminer les ressources en eau.

Les éléments chimiques contenus dans l'eau d'irrigation ont une influence sur la composition des sols et les métabolismes des végétaux cultivés, Les paramètres ci dessous permettent de juger la qualité de l'effluent vis-à-vis des problèmes agronomiques

IV.2.1- Les matières en suspension (MES) :

Ce sont des matières biodégradables pour la plupart, les micro-organismes sont le plus souvent adsorbés à leurs surface et sont ainsi transportés par les MES,

Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, et une mauvaise odeur, en matière de réutilisation des eaux usées, une présence excessive de matières en suspension peut entraîner des difficultés de transport et de distribution des effluents ainsi que le bouchage des systèmes d'irrigation d'une part et d'autre part du colmatage possible des sols,

IV.2.2- La pollution organique DCO et DBO :

Ces paramètres mesurent la pollution oxydable, en oxydant, la matière organique entraîne un appauvrissement de l'oxygène dissout présent dans le milieu et menace ainsi la vie aquatique.

La pollution carbonée contribue aussi à la survie bactérienne, les matières organiques constituent le substrat qui permet à la flore bactérienne de se développer,

IV.3- Les nutriments essentiels pour les plantes :

Ce sont des substances nécessaires pour le métabolisme et la photosynthèse des plantes comprenant les macronutriments (N, P, K, Ca, Mg et S) et les micronutriments (Fe, Mn, B, Cu, Mo, Zn, et Si).

Les macronutriments représentent normalement une concentration de 1000 ppm dans les plantes tandis que les micronutriments sont au maximum à des taux de 500 ppm.

L'irrigation à partir des eaux usées va apporter tous les éléments cités mais si les concentrations sont élevées ; elles deviennent toxiques pour la plante.

IV.3.1- L'azote et le phosphore :

L'usage des eaux usées en irrigation peut faire craindre un excès d'apport azoté, Cet excès se réfère d'une part aux tolérances de la végétation cultivée et d'autre part aux risques de pollution de la nappe phréatiques sous jacentes.

En effet, dans certains cas défavorables, un apport d'azote excédentaire par rapport aux besoins des cultures, peut provoquer dans un sol très perméable la contamination des eaux souterraines, Il est donc souhaitable que les apports d'azote ne soient pas disproportionnés par rapport aux possibilités d'assimilation de la culture.

L'azote en quantité excessive peut, dans des mesures qu'il ne faut pas exagérer, perturber certaines productions, retarder la maturation de certaines cultures, abricots, agrumes, vigne... accentuer la sensibilité des cultures aux maladies, la tendance à la verse pour céréales, limiter le développement des jeunes racines.

La teneur en phosphore dans les eaux usées est habituellement trop faible pour modifier le rendement, mais s'il y a excès, il est pour l'essentiel retenu dans le sol par des réactions d'adsorption et de précipitation, cette rétention est d'autant plus effective que le sol contient des oxydes de fer, d'aluminium ou du calcium en quantités importantes, ; selon le conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF), l'azote et le phosphore dans le cas d'une réutilisation d'eaux usées traitées ; n'ont pas nécessité à être éliminé.

IV.3.2- Le potassium :

La concentration en potassium dans les effluents secondaires varie de 10 à 30 mg/l et permet donc de répondre partiellement aux besoins des plantes, Un excès de fertilisation potassique conduit, à une fixation éventuelle du potassium, à un état très difficilement échangeable, à une augmentation des pertes par drainage en sols légers et à une consommation de luxe pour les récoltes,

IV.3.3- Le bore :

Dans les eaux usées, le bore provient des lessives et des rejets industriels, à des concentrations très faibles, le bore est indispensable à la croissance, ces besoins sont toujours largement couverts par les eaux usées ; mais lorsque sa concentration dépasse 1 mg/l, il peut être toxique pour les plantes les plus sensibles.

IV.4- Les éléments traces :

IV.4.1- Les métaux lourds :

Ce sont les oligo – éléments non indispensables à la plantes tels que le plomb, le mercure, le cadmium, le brome, le fluor, l'aluminium, le nickel, le chrome et le sélénium, ; ces éléments sont généralement immobilisés dans les couches supérieures du sol par adsorption et échanges d'ions, cette accumulation peut avoir pour conséquence, à terme, des risques pour le développement des plantes, la santé des hommes et des animaux. Les métaux lourds qui présentent les risques les plus notables sont le cadmium, le molybdène, le cuivre, le nickel et le zinc, les trois derniers sont d'abord phytotoxiques.

Par contre, le molybdène et surtout, le cadmium, peuvent être phytotoxiques.

En général les concentrations en métaux lourds dans les eaux usées urbaines sont faibles et ne constituent pas un facteur limitant, la majeure partie est retenue dans les boues des stations d'épuration.

IV.4.2- Salinité (salinité de l'eau usée) :

On estime que la concentration en sels de l'eau usée excède celle de l'eau du réseau d'alimentation en eau potable de quelques 200 mg/l, sauf dans le cas de pénétration d'eaux saumâtres dans les réseaux d'assainissement ou lors de collecte d'eaux industrielles. Cette augmentation n'est pas susceptible à elle seule de compromettre une irrigation.

Il faut prendre en compte le double effet d'une salinité excessive de l'eau d'irrigation : à savoir les dommages causés aux sols qui se répercutent sur les rendements et les dommages causés aux plantes agricoles elles mêmes.

IV.4.3- Le pH

La réaction des eaux est un indice important, qui permet la prévision du caractère des processus chimiques et biochimiques et l'intensité de leur déroulement.

Les limites optimales de pH de l'eau d'irrigation de la plupart des cultures sont de 6,0 à 8,5. Si le pH dépasse ces limites, la quantité et la qualité de la récolte diminue.

IV.4.4- Chlore et sodium :

Le chlore et le sodium peuvent également poser problème, notamment en bord de mer, lorsque les réseaux d'égout drainent les eaux phréatiques saumâtres. Les effets toxiques apparaissent beaucoup plus facilement quand les sels sont apportés directement sur les feuilles lors des irrigations par aspersion.

Ce constat est particulièrement vrai pour le Cl et le Na, les risques sont moindres avec les irrigations nocturnes.

Tableaux IV.1 : Résultats d'analyses

Paramètres	Symboles	STEP de Saida	
PH		--	7,99
Température	T°	(C°)	15,3
conductivité électrique	CE	ds/cm	2.9
Demande Chimique en Oxygène	DCO	mg / l	73
Matière en Suspension	MES	mg/l	10
Demande Biologique en Oxygène	DBO ₅	mg / l	8
Othophosphates	PO ₄ ³⁻	mg/l	26,2
Azote ammoniacal	N-NH ₄	mg/l	0,31
Nitrate N-NO ₃	NO ₃ ⁻	mg/l	29,25
Nitrite N-NO ₂	NO ₂ ⁻	mg/l	0,29
l'azote KEJELDAHL	NTK	mg/l	3,36
Magnésium	Mg ⁺⁺	mg/l	77,76
chlorure	Cl ⁻	mg/l	454
Calcium	Ca ⁺⁺	mg/l	200,4
Sodium	Na ⁺	mg/l	184
TA		mg/l	0
TAC	HCO ₃ ⁻	mg/l	419,07
pourcentage de sodium adsorbé	SAR	-	2,80
Huiles et graisses	-	mg/l	5,50

Résultats du laboratoire central de l'ONA / Alger 2010

IV.5- Interprétation des résultats d'analyses :**IV.5.1-La salinité :**

Selon le diagramme de Riverside, l'indice croisé SAR/ Conductivité CE, les résultats indiquent que $CE = 2.8$ ds/cm (degré de restriction légère à modéré suivant les normes FAO de 1985).

De ce fait l'eau ne convient pas à l'irrigation dans des conditions normales, elle peut être utilisée si les espèces de cultures sont très bonnes avec une tolérance à la salinité et que le sol soit particulièrement bien drainé.

IV.5.2-Les concentrations en différentes matières :

DBO5 : la concentration moyenne en DBO5 est de 8 mg/l ; cette dernière est acceptable du fait qu'elle est inférieure à la norme admissible (30 mg/l).

DCO : La valeur moyenne de la DCO est de 73 mg/l ; cette dernière est acceptable du fait qu'elle est inférieure à la norme admissible (120 mg/l).

MES : La moyenne en MES est de 10mg/l ; acceptable car inférieure à la norme admissible (30 mg/l)

PH : ce dernier est de 7,99, il se trouve dans la fourchette admissible 6,5 à 8,4

IV.5.3-Les éléments fertilisants :

Azote (N) : La quantité de 3, 6mg/l n'est pas suffisamment élevée , cette dernière est tout de même dans les normes du fait qu'elle est $<$ à 40mg/l.

Nitrites (N-NO₂) : la concentration des nitrites est de 0,29 mg/l ; largement $<$ à 30 mg/l , donc le risque de pollution (contamination) de la nappe est écarté.

IV.5.4- Les huiles et graisses :

La concentration des huiles et graisses est de 5,5 mg/l ; largement $<$ à 20 mg/l suivant les normes de rejet des effluents industriels.

Tableaux IV.2 : Résultats de l'analyse des métaux lourds

Paramètres		Unités	STEP de Saida
Aluminium	Al	mg/l	1,40
Cadmium	Cd	mg/l	0,001
Chrome	Cr	mg/l	0,017
Fer	Fe	mg/l	0,070
Manganèse	Mm	mg/l	0,040
Plomb	Pb	mg/l	0,470
Nickel	Ni	mg/l	0,024
Molybdène	Mo	mg/l	0,380

Résultats du laboratoire central de l'ONA / Alger 2010

La liste des éléments portant sur les métaux lourds ayant fait l'objet d'analyse au laboratoire a été retenu selon les industries et activités existantes à Saida dont les eaux industrielles sont collectées au niveau de la grande STEP de Saida pour épuration.

Les industries concernées sont :

L'usine de production de lait (OROLAIT),

L'usine de fabrication de détergents (ENAD),

Une unité de limonaderie,

Une unité de fabrication d'abrasifs,

Un centre enfûteur de gaz (remplissage de bouteilles).

Selon les normes recommandées en éléments traces (tableau N°IV page 53 du présent document) , nous constatons que les résultats obtenus sont tous inférieurs aux valeurs limites , ce qui constitue un bon résultat en ce qui concerne la sécurité au niveau de l'utilisation de cette eau à des fins agricoles à l'exception de l'élément molybdène (Mo) dont la valeur est 0,380mg/l ce qui est supérieure à la valeur limite qui est de 0,01mg/l .

Toute fois le molybdène est beaucoup plus toxique pour le bétail qui se nourrit du fourrage irrigué avec les eaux usées épurées que pour les cultures elles-mêmes ; de toutes les manières il est toxique à l'être humain.

Ci-après quelques valeurs limites maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestiques au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration

Tableaux IV.3 : teneur en substances nocives des eaux usées

Paramètres		Valeurs réelles (mg/l)	Valeurs limites maximales (mg/l)
Aluminium	Al	1,40	5
Cadmium	Cd	0,001	0,1
Chrome	Cr	0,017	2
Fer	Fe	0,070	1
Manganèse	Mm	0,040	0,20
Plomb	Pb	0,470	0,5
Nickel	Ni	0,024	2
Molybdène	Mo	0,380	0,01

Résultats du laboratoire central de l'ONA / Alger 2010

Il y'a lieu de relever que les cahiers des charges portant conception et réalisation de STEP, précisent :
-qu'il est strictement interdit à toute unité industrielle de déverser ses rejets à l'état brut (sans traitement préalable) dans une STEP

-dans le cas où ces unités industrielles ne se conforment pas à la réglementation, il faudra interdire carrément la collecte des eaux industrielles au niveau des STEP

Tableaux IV.4 : Résultat des analyses bactériologique

Paramètres	Résultat
coliformes totaux /100 ml	160
coliformes fécaux /100 ml	5
Nématodes/ œufs d'helminthes/100 ml	0,1

Résultats du laboratoire central de l'ONA / Alger 2010

Les coliformes fécaux sont de 160/100 ml < 1000 /100 ml et le nombre d'œufs d'helminthes est de 0,1 /100 ml donc l'eau de cette STEP est classée dans la **catégorie B** suivant les normes de l'OMS (Irrigation des légumes qui ne sont consommés que cuits ; légumes destinés à la conserverie etc . si les ouvriers agricoles et le public ne sont pas exposés).

Tableaux IV.5 : Paramètres parasitologiques

Paramètres	Résultats
Ascaris sp / 100 ml	0
Toenia sp /100ml	0
H nana /100ml	0
H diminuta / 100 ml	0
E vermicularis / 100 ml	0

Résultats du laboratoire central de l'ONA / Alger 2010

Concernant la parasitologie, les résultats sont négatifs ; ils parlent d'eux-mêmes ; l'eau épurée par la STEP de Saida ne contient aucun germe pouvant présenter un danger en plus pour les utilisateurs de l'eau épurée à savoir les agriculteurs.

IV.6 -Normes internationales :

Trois différents critères doivent être satisfaits pour permettre la réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation ; ces critères sont:

- **Le critère micro - biologique :** l'eau ne doit pas comporter des germes pathogènes qui pourraient mettre en danger la santé des agriculteurs, les voisins des champs irrigués et les consommateurs des produits agricoles.
- **Le critère chimique:** la qualité chimique de l'eau ne doit pas avoir des effets négatifs sur le développement de la plante.
- **Le critère mécanique:** le risque de colmatage des installations d'irrigation, en particulier des systèmes d'aspersion ou de goutte à goutte, doit être évité.

IV.6.1- Critère micro - biologique :

Les critères de qualité de l'eau usée traitée et les directives de son utilisation sont les bases essentielles d'une installation réussie de tout projet de recyclage d'eau usée traitée,

La qualité microbiologique est le critère le plus important pour les ouvriers qui travaillent aux champs ainsi que pour les publics qui peut être exposé directement ou indirectement à l'eau usée épurée.

Une réutilisation restrictive ou non restrictive peut être adoptée en fonction de la qualité microbiologique.

Les agriculteurs doivent cependant être informé de ces directives comme de la qualité de l'eau usée qui leurs est fournie, de façon à appliquer une gestion appropriée dans des limites de risques acceptables pour la santé et l'environnement.

Les eaux usées domestiques présentent une pollution surtout par des substances organiques biodégradables, par contre la composition des eaux résiduaires industrielles peut être très variée et dépend entièrement de la nature des activités et des procédés mis en œuvre dans chaque entreprise.

Tableaux IV.6 : Les rejets d'effluents industriels dans le milieu naturel sont réglementés en Algérie par le décret exécutif n°93-160 du 10 juillet 1993

Désignation des paramètres physiques et chimiques	Unités	Valeurs limites maximales
Température	(°C)	30
pH	--	5,5 à 8,5
Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	(mgO ₂ /l)	40
Demande chimique en oxygène (DCO)	(//)	120
Matières en suspension totales (MES à 105 °C)	(mg/l)	30
Azote Kjeldahl Total (NTK)	(//)	40
Phosphates (PO ₄)	(//)	2
Aluminium (Al)	(mg/l)	5
Cadmium (Cd)	(//)	0,20
Chrome (Cr ³⁺)	(//)	3,00
Chrome (Cr ⁶⁺)	(//)	0,10
Cuivre (Cu)	(//)	3
Cyanures (CN)	(//)	0,10
Mercure (Hg)	(//)	0,01
Nickel (Ni)	(//)	5
Plomb (Pb)	(//)	1
Zinc (Zn)	(//)	5
Fer (Fe)	(//)	5
Manganèse (Mn)	(//)	1
Huiles et graisses	(mg/l)	20
Hydrocarbures	(//)	20
Phénols	(//)	0,50
Solvants organiques	(//)	20
Chlore actif	(//)	1
PCB	(//)	0,001
Détergents	(//)	2
Tensioactifs anioniques	(//)	10

IV.7- Paramètres physicochimiques :**Tableaux IV.7 : Les normes des paramètres physicochimiques adaptées en Algérie**

paramètres	Valeurs maximales
DB05 (mg/l)	40 sur 2 heures
DCO (mg/l)	120 sur 2 heures
MES (mg/l)	30 sur 2 heures
PH	6,5 -8,4
Nitrites (mg/l)	30
L'azote organique (mg/l)	40

- Possibilités de réutilisation :

Les usages industriels de l'eau sont très variés, et chaque usage demande une qualité spécifique et adaptée de l'eau.

Techniquement, le traitement de tout type d'eau brute est possible pour atteindre cette qualité spécifique demandée.

Les critères de choix pour une réutilisation industrielle sont basés principalement sur :

1. Des réflexions économiques ;
2. Les volumes d'eau consommés par les industries ;
3. La répartition géographique des établissements industriels et les possibilités de transfert .

IV.8 -La réutilisation agricole**IV.8.1 -Origine de l'eau réutilisée :**

Les eaux usées proviennent des rejets d'eaux urbaines, c'est-à-dire d'eaux domestiques résiduares auxquelles sont susceptibles d'être mélangées en proportion plus ou moins importante, des eaux résultant d'activités diverses (notamment industrielles) raccordées sur le réseau d'assainissement.

Généralement, ces eaux sont utilisées soit brutes, soit après traitement d'épuration de type secondaire (boues activées ou lagunage le plus souvent) avec ou sans chloration.

Cependant, il convient de faire une distinction entre l'irrigation pratiquée avec les eaux brutes et celle utilisant des eaux traitées.

Dans le premier cas, il s'agit en fait le plus souvent d'épurer un effluent en faisant appel, au système sol-plante par contre, dans le second, c'est la production agricole qui prime.

Conclusion :

Les eaux usées urbaines et industrielles, séparées ou mélangées, contiennent de nombreuses matières qui représentent selon leur composition un danger pour les milieux récepteurs. La pollution sera causée par la présence d'éléments nocifs contenus dans l'eau sous forme dissoute ou particulaire.

Chapitre V

Synthèse géologique et hydrologique

V.1- Etude géologie

V.1.1- Géologie de la région de Saïda :

Du point de vue géologiquement la région de Saïda est un vaste anticlinal dont les formations sont essentiellement jurassiques. Les terrains les plus anciens (primaires) s'observent dans la zone d'Ain Sultane et Koudiat Kamch (Nord Est de la ville de Saïda). Les formations jurassiques présentent une karstification importante résultant d'une fissuration des terrains, ce qui laisse supposer que la zone dispose de ressources en eau karstique assez importantes (Ain Sultane, Ain Oum Soualef, Ain Fakroun...).

V.1.2- Stratigraphie

a) Primaire :

Il est constitué essentiellement de schistes de quartzites qui affleurent dans les vallées de l'oued Tiffrit- Sidi Mimoun et ses affluents, dans la vallée des oueds Guenida et Hasna ainsi que dans la région du djebel Modzab à proximité des <eaux chaudes>.

Il faut noter la présence d'intrusions granitiques et de coulées de laves basaltiques. L'ensemble est altéré et a un aspect détritique dans certaines zones, les arènes granitiques, l'ensemble est imperméable.

b) Trias :

Il repose en discordance sur les terrains et affleure en constituant une frange qui suit le bord sinueux des vallées dans les terrains paléozoïques.

L'ensemble du trias est formé de trois membres dont deux sont sédentaires et le troisième qui est le plus important est basaltique.

Les formations à gypse sont relativement peu importantes, l'ensemble de nature volcano détritique est imperméable et a une épaisseur d'environ 100 m.

c) Jurassique :

Il est constitué de trois membres principaux successifs :

- Membre carbonaté inférieur constitué du Jurassique inférieur et moyen dolomitique.
- Membre détritique intermédiaire constitué du callovo oxfordien argileux, gréseux et du Lusitanien gréseux.

- Membre carbonaté supérieur constitué du Kimméridgien dolomitique.

d) Le Jurassique inférieur :

Il est largement répandu et constitue l'aquifère le plus important. Cette formation est mieux connue sous le nom de <Dolomies de Tiffrit>, plusieurs membres peuvent être distingués :

- La formation carbonatée de Bou Loual (Hétangien – Plienbachien).
- La formation des marnes d'Es Safeh (Toarcien).
- La formation carbonatée d'Ain Dez (Aaléno – Bajacien).
- La formation des argiles bigarrées de Sidi Youcef (Bajocien).
- La formation carbonatée de Zerzour (Bathonien).
- La formation des marnes de Modzbab (Bajo – Bathonien) qui se substitue progressivement par variation latérale de faciès aux deux dernières formations vers le Nord Ouest.

L'épaisseur de cet ensemble est très variable, elle atteint 400 m au Sud de la région pour s'annuler vers le Nord au contact du Trias.

e) Le Calovo – Oxfordien et Lusitanien :

Cette formation est constituée par les argiles de Saida qui comportent quelques bancs gréseux. Elle est très répandue dans les vallées et principalement dans celle de l'oued Saida. En outre, cette formation apparaît en reliefs mous, plus ou moins isolés sur le plateau et les flancs des vallées. Son épaisseur totale est de 250 m environ.

Le Lusitanien est représenté par les <grés de Eran Chotti> qui dominent les vallées au Nord des stations PK 50, Hasna, Guernida et Mimoun ainsi que sur le flanc ouest de la vallée de Saida jusqu'à la latitude de cette ville. Cette formation gréseuse qui est perméable est placée en altitude, elle est donc complètement drainée, la puissance de cette formation est de l'ordre de 350 m.

f) Le Kimméridgien :

Il est très peu représenté dans la région, il est constitué par les dolomies de Tlemcen qui dominent toutes les autres formations, seulement au Nord Ouest, ou cette formation, comme le lusitanien est complètement drainé.

g) Plio Quaternaire :

Ces sédiments apparaissent par faibles épaisseurs dans le creux des vallées et dans les dépressions du plateau.

Ils sont constitués de conglomérats, d'argiles, de limons et croûtes calcaires ; des massifs de travertins apparaissent au bord de certaines falaises dolomitiques (Tiffrit, Saida) et constituent de témoins produits par l'ancien ruissellement superficiel sur les terrains carbonatés avant la Karstification.

L'ensemble de ces formations est argileux et vraisemblablement peu perméable.

h) Tectonique :

Les très nombreuses failles reconnues par la géologie et la géophysique mettent en évidence la tectonique cassante des terrains carbonatés avec constitution de blocs dolomitiques de dimension et de formes extrêmement variées, décalés les uns par rapport aux autres dans tous les plans.

Ces failles sont réparties selon des lignes tectoniques, traduisant les lignes de force qui ont joué. Leur densité n'est pas la même partout et les rejets sont plus ou moins importants pour atteindre parfois 150 m.

Certaines zones tectoniques plus riches en failles peuvent être dégagées, elles ont une forme générale allongée (Nord Est sur le reste de la région).

Ces alignements sont reliés entre eux par des zones tectoniques secondaires orientées perpendiculairement avec notamment un plexus important au niveau de la région d'Oum Djerane.

Certains ensembles de blocs dolomitiques sont effondrés, il est possible de distinguer principalement par ordre d'importance :

Le fossé d'effondrement de la vallée de Saida.

Le relatif affaissement de la région située entre la ligne tectonique Saida – Oum Djerane – Tiffrit et l'axe du djebel Sidi Youcef.

Au Nord, apparaît le horst de Tiffrit constitué par un butoir paléozoïque limité au Nord par une importante faille en forme d'arc de cercle orienté Est – Ouest et au Sud par les affleurements du Trias.

Cette tectonique paraît traduire les mouvements du socle en profondeur et l'effet ultérieur du plissement tellien contre le horst de Tiffrit : les formations du Jurassique inférieur et moyen de nature carbonatée constituent un ensemble rigide.

Conclusion : ces différents ensembles constituent plusieurs aquifères dont le plus important est de nature Karstique correspondant aux roches carbonatées, plus ou moins dolomitiques ou calcaires du Jurassique inférieur et moyen.

V.2 -Etude hydrologique :

V.2.1 -Réseaux hydrographique :

Les ressources en eau se caractérisent par la présence de deux principaux bassins versants avec un écoulement vers le nord, ceux des oueds Tebouda et Bouatrous. Les ressources en eau mobilisables pour la population et l'agriculture se résument à 16 sources naturelles réparties à travers le territoire de la wilaya de Saida avec un débit variant entre 0,5 et 30 l/s et de deux forages assurant un débit moyen de 42 l/s.

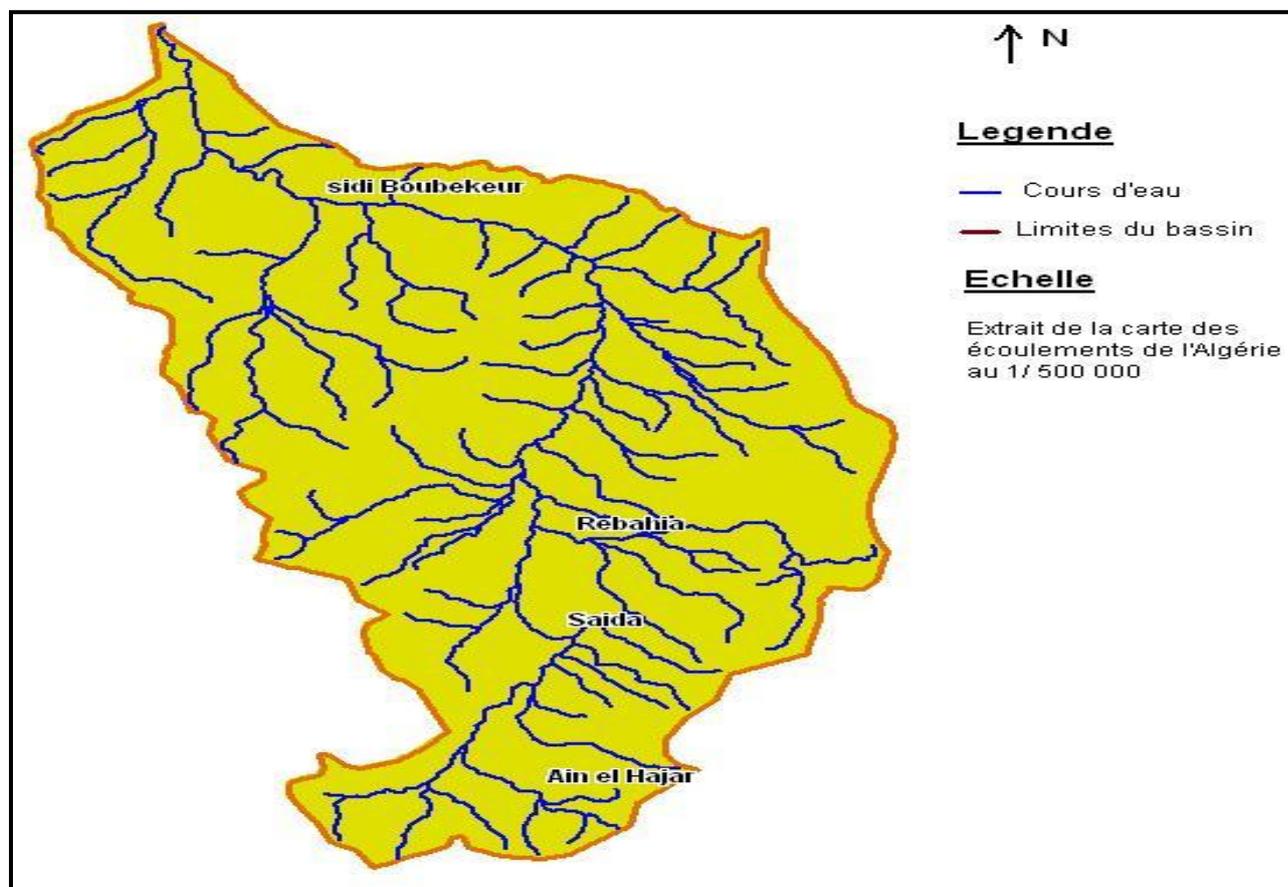


Figure V.1 : Carte Réseau Hydrographique

Tableau V.1 : Pluviométrie mensuelle et annuelle de la station de Saida
Période du 1983 au 2010

Nom station : SAIDA

Code station : 11130

ANNEE	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Annuel
1983	0	0	0	0.1	42.1	19	9.7	32.4	21	0	0	0	124.3
1984	0	49.7	34.6	8.6	22	55.3	21.9	38	5.7	22	0.6	0.2	258.6
1985	14.4	75.9	30.2	42.7	30.6	11.3	76.7	24.2	24.7	2.7	0	0.8	334.2
1986	20	10.3	46.2	97.1	1.5	45.5	58.5	42	15.7	10.1	0	6.3	353.2
1987	0	6.5	0	8.2	24	43.6	30.8	92.9	32.8	5.4	0.4	0	244.6
1988	2.1	69	74.7	32.9	0	16.9	23.8	2.7	6	0	0	0	228.1
1989	0	0	112.8	13.8	33.5	12.9	23.2	5.2	23.2	0	0	0	224.6
1990	23.1	7.7	32.2	27.2	51.1	41.6	42.8	13.4	8	23.3	0	18.6	289
1991	10.5	133.2	19.8	15.2	33.8	91.6	9.6	15.7	6.4	0	0	0	335.8
1992	19.1	9.9	32.8	13.1	70.4	9.9	11.5	14.4	6.2	2.1	3	2	194.4
1993	11.8	17.1	42.4	6.7	3.3	18.7	49.1	41.2	11.7	39.3	0	54.9	296.2
1994	8.2	5.2	10.4	15.5	75.7	0	6.2	26.1	23.5	5.1	0	0	175.9
1995	7.6	0	25.4	55.3	25.8	22.9	192	3.3	20.2	0	2.9	3.7	359.5
1996	9.4	56.8	9.8	23.8	12.9	20.7	80.1	58	56.7	7.7	11.5	9.8	357.2
1997	3.6	22.1	25.5	10.2	1.2	21.4	11.6	34.5	10.7	0	2.5	6	149.3
1998	23.5	32.6	39	15.2	35	29.6	2.4	15.6	5.8	0	0.9	1.9	201.5
1999	57.6	70.6	21.9	6.6	34.4	2.7	73.7	23.4	0	23.5	0	14.3	328.7
2000	25.5	35.1	23	69.8	45.9	80.5	94	72.5	38.5	57.8	23.3	12.7	578.6
2001	13.9	10.3	6.6	30.2	51	2.4	5.2	102.5	15.5	0	0.8	58.4	296.8
2002	44.2	23.3	59.1	30.5	10.3	25.5	9.4	13.6	39.1	1	0	14.8	270.8
2003	5.7	4.5	9.5	11	62.5	51.6	65.4	0	0.6	0	0	0	210.8
2005	28.6	70.4	32.7	119	0	0	4.7	9.9	23.2	0.3	0	0.9	289.7
2006	17.4	63.4	58.3	20.6	44.7	51	4.8	19.4	11.7	0	0	4.6	295.9
2007	25.2	26.6	45.5	10.1	0	9.6	24.5	37.3	72.2	0	0	17.3	268.3
2008	0	8.8	54.8	14.5	101.5	61.2	22.1	28.1	26.6	5.2	12.1	13	347.9
2009	9.8	70.6	40.6	47.4	25.9	34.7	6.2	25.4	104.3	13.1		10.5	388.5
2010	24.5	33	44.8	32.4	10.1	27	32.9	6.5	0	3.5	0.4	0	215.1

Source ANRH de SAIDA (1983-2010)

Tableau V.2 : Répartition mensuelle de la pluie interannuelle en mm

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Total
Total mm	18.66	43.93	37.82	32.62	33.60	29.38	36.40	32.86	23.62	7.92	3.27	8.71	308.8
Pourcentage en %	6.04	14.22	12.25	10.56	10.88	9.52	11.79	10.64	7.65	2.57	1.06	2.82	100

Source ANRH de SAIDA (1983-2010)

Tableau V.3 : Répartition mensuelle de la température de l'air en °C

Paramètre	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct.	Nov.	Dec
Température Minimale (° C)	2.4	3.1	5.4	6.6	10.8	15.5	18.9	18.9	15.2	12.7	6.6	4.1
Température Maximale (° C)	14	15.2	19	22	26.5	33	36.7	36.1	30.6	25.6	17.3	13.8
Température Moyenne (° C)	8.2	9.2	12.2	14.3	18.7	24.2	27.8	27.5	22.9	19.1	12	9

Source ANRH de SAIDA 2010

V.2.2-classification du climat :**a)-Classification du climat selon l'indice de MARTONNE :**

L'indice d'aridité de MARTONNE est un paramètre qui permet la classification du climat. (Voir tableau V .4)

L'indice d'aridité est donné par l'expression :

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

Avec :

I_A : Indice de MARTONNE

P : Précipitation annuelle moyenne de la région en (mm/an)

T : Température moyenne annuelle en (°C)

Tableau V. 4: Classification du climat selon M^r MARTONNE

Valeur de l'indice	Type de climat	irrigation
I<5	Hyperaride	Indispensable
5<I<10	Aride	Indispensable
10<I<20	Semi-aride	Souvent Indispensable
20<I<30	Subhumide	Parfois utile
30<I<60	Humide	Inutile
I>60	Hyper-humide	Inutile

Pour :

$$P=308.8 \text{ mm/an}$$

$$T= 17.09^{\circ}\text{c}$$

On aura :

$$I = \frac{308,8}{17,09 + 10} = 11,40 \quad I_A \approx 11.40$$

Selon l'indice d'aridité calculé. on constate d'après la classification ci-dessus que la région est soumise à un régime de climat **semi aride** par conséquent. **L'irrigation est utile**

b)- Classification du climat selon diagramme de Mm EMBERGER :

La technique est fondée sur un diagramme dressé par Mr EMBERGER (**figure V-2**) qui nous renseigne sur le climat. ainsi que le type d'Hiver dominants d'une région.

Pour cela. nous avons calculé. par l'expression (4). le quotient de Mr EMBERGER. que nous avons projeté sur le Diagramme Bioclimatique.

$$Q = \frac{1000 \times P}{\left(\frac{M + m}{2}\right)(M - m)}$$

Tel que :

Q : coefficient pluviométrique d'Emberger.

P : Précipitation moyenne annuelle de la région en (mm)

M : Température moyenne maximale du mois le plus chaud en (K°)

m : Température moyenne minimale du mois le plus froid en (K°)

Pour :

$$P = 308.8\text{mm}$$

$$M = 36.7^{\circ}\text{c}$$

$$m = 2.4^{\circ}\text{c}$$

On aura :

$$Q = \frac{2 * 1000 * 308,8}{(36,7 + 273)^2 - (2,4 + 273)^2} \approx 38,66$$

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger (fig VI.2) les valeurs obtenues de Q correspondent à un climat **semi aride**

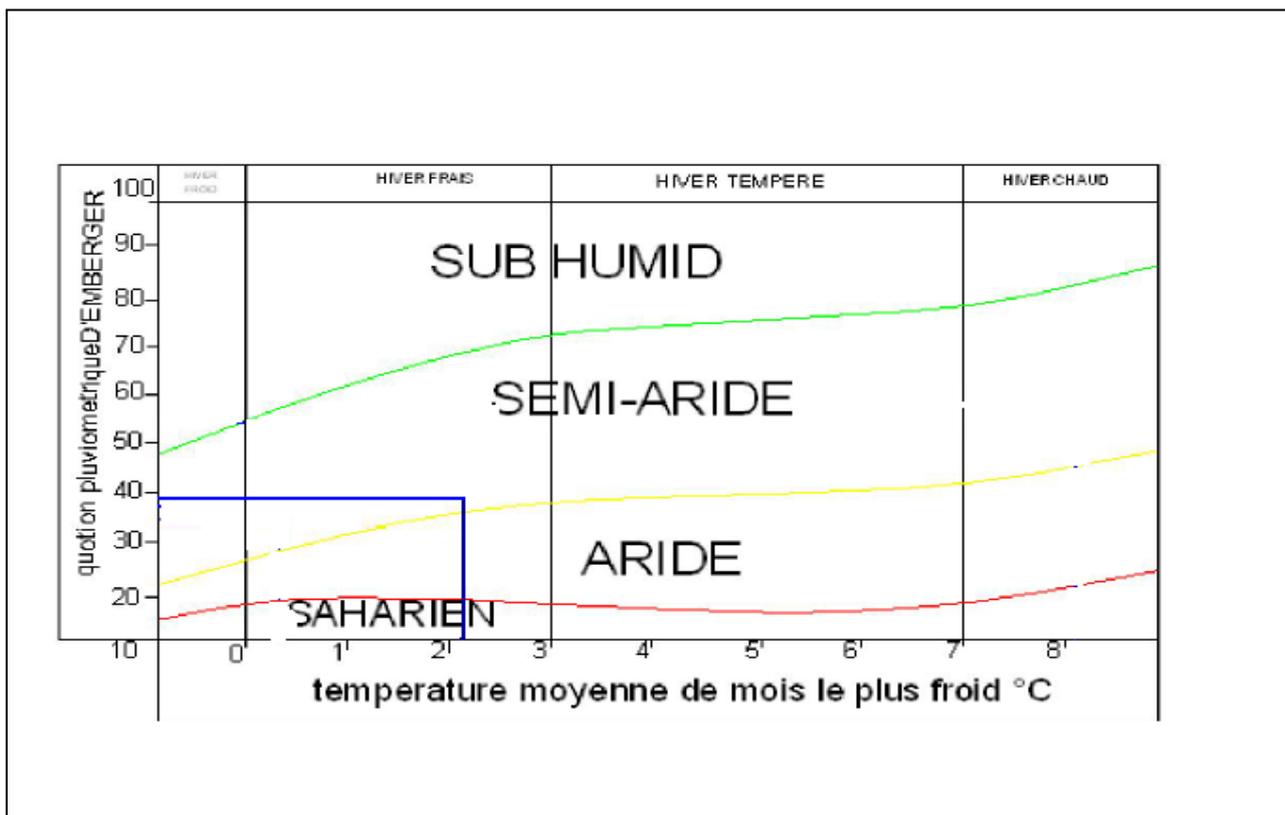


Figure V.2 : diagramme bioclimatique d'EMBERGER

V.2.2-Climogramme de GAUSSEN :

Tableau V.5: Répartition mensuelle de la température et de la pluie

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct.	Nov.	Dec
Total P(mm)	33.60	29.38	36.40	32.86	23.62	7.92	3.27	8.71	18.66	43.93	37.82	32.62
Température Moyenne (° C)	8.2	9.2	12.2	14.3	18.7	24.2	27.8	27.5	22.9	19.1	12	9

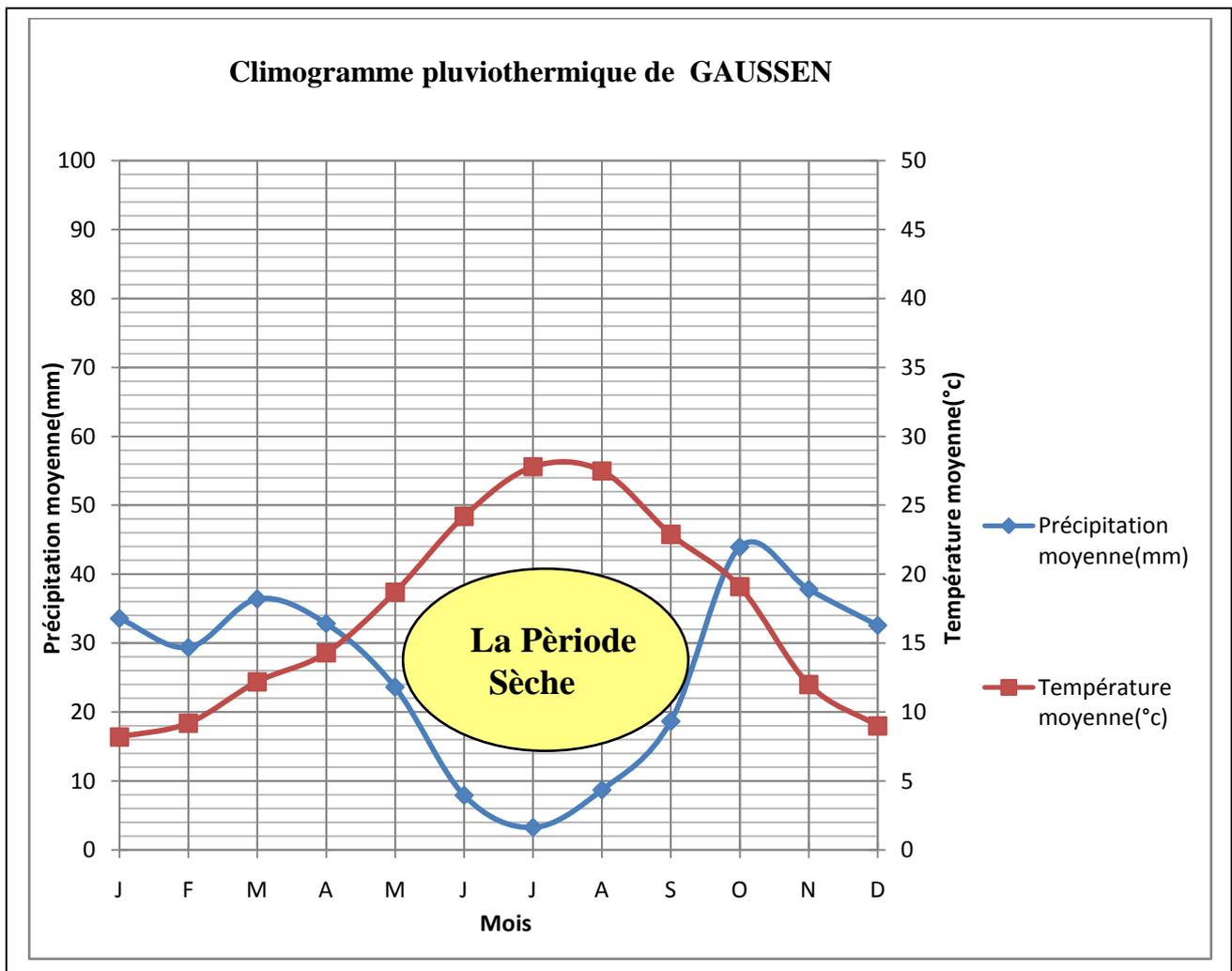


Figure V.3 : climogramme de GAUSSEN

V.2.3- Détermination de l'année de calcul :

La détermination de l'année de calcul à pour but de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante. Elle est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%). (de l'année de calcul de P80%).

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

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

a)-Homogénéité de la série pluviométrique :

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de *Wilcoxon*.

* **Mm Wilcoxon** a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%. si la relation ci-dessous est vérifiée ;

$$W_{MIN} < W_y < W_{MAX}$$

Avec : $W_y = |Rang|_y$

W_y : Somme des rangs de sous-série y .

$$\text{Et : } W_{\min} = \frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} - u_{1-\frac{\alpha}{2}} \left(\frac{(N_1 N_2)(N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$W_{\max} = (N_1 + N_2 + 1)N_1 - W_{\min} .$$

N_2 et N_1 représentant respectivement les tailles de ces deux sous-séries, considérant généralement N_2 supérieure à N_1 .

Tableau V.6 : Test de Wilcoxon pour la station de Saïda

Rang	Série d'origine P (mm)	Série x (mm)	Série y (mm)	TRI (mm)	x union y
1	124.3	124.3	201.5	578.6	Y
2	258.6	258.6	328.7	388.5	Y
3	334.2	334.2	578.6	359.5	x
4	353.2	353.2	296.8	357.2	x
5	244.6	244.6	270.8	353.2	x
6	228.1	228.1	210.8	347.9	Y
7	224.6	224.6	289.7	335.8	x
8	289	289	295.9	334.2	X
9	335.8	335.8	268.3	328.7	Y
10	194.4	194.4	347.9	296.8	Y
11	296.2	296.2	388.5	296.2	x
12	175.9	175.9	215.1	295.9	Y
13	359.5	359.5		289.7	Y
14	357.2	357.2		289	X
15	149.3	149.3		270.8	Y
16	201.5			268.3	Y
17	328.7			258.6	X
18	578.6			244.6	X
19	296.8			228.1	X
20	270.8			224.6	X
21	210.8			215.1	Y
22	289.7			210.8	Y
23	295.9			201.5	Y
24	268.3			194.4	X
25	347.9			175.9	X
26	388.5			149.3	X
27	215.1			124.3	X

N1	N2	Wmin	Wy	Wmax
12	15	113.83	150	222.17

$$113.83 < W_y < 222.17$$

La condition de **Mm Wilcoxon** est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station de **Saïda et homogène**.

Tableau V.7 : Ajustement à la loi log-Normale (GALTON) Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de Saïda à la loi log-Normale sont regroupés dans le tableau et la figure suivants

Taille n=27		Moy.log(x- x o)= 2.42				log(x- x o)= 0.13			
Colonne1	Valeurs	Valeurs2	Ordre de	Fréquence	Variable	Valeur	Valeur3	Borne	Borne4
	de	classées	classe	expérimentale	réduite	expérimentale	théorique	inférieure	supérieure
	départ								
124.3	124.3	124.3	1	0.01	-2.08	124.3	137.30	103.31	164.63
258.6	258.6	149.3	2	0.05	-1.59	149.3	160.88	127.02	188.35
334.2	334.2	175.9	3	0.09	-1.32	175.9	175.39	141.91	203.06
353.2	353.2	194.4	4	0.12	-1.12	194.4	186.87	153.75	214.83
244.6	244.6	201.5	5	0.16	-0.96	201.5	196.80	164.01	225.14
228.1	228.1	210.8	6	0.20	-0.82	210.8	205.81	173.30	234.64
224.6	224.6	215.1	7	0.24	-0.70	215.1	214.23	181.94	243.65
289	289	224.6	8	0.27	-0.58	224.6	222.28	190.14	252.41
335.8	335.8	228.1	9	0.31	-0.48	228.1	230.09	198.04	261.05
194.4	194.4	244.6	10	0.35	-0.37	244.6	237.76	205.72	269.69
296.2	296.2	258.6	11	0.38	-0.28	258.6	245.39	213.28	278.44
175.9	175.9	268.3	12	0.42	-0.18	268.3	253.04	220.76	287.39
359.5	359.5	270.8	13	0.46	-0.09	270.8	260.79	228.24	296.61
357.2	357.2	289	14	0.50	1.01	289	268.69	235.76	306.22
149.3	149.3	289.7	15	0.46	0.09	289.7	276.83	243.39	316.31
201.5	201.5	295.9	16	0.42	0.18	295.9	285.30	251.21	327.02
328.7	328.7	296.2	17	0.38	0.28	296.2	294.20	259.28	338.50
578.6	578.6	296.8	18	0.35	0.37	296.8	303.64	267.69	350.92
296.8	296.8	328.7	19	0.31	0.48	328.7	313.76	276.55	364.54
270.8	270.8	334.2	20	0.27	0.58	334.2	324.79	286.02	379.68
210.8	210.8	335.8	21	0.24	0.70	335.8	336.98	296.30	396.79
289.7	289.7	347.9	22	0.20	0.82	347.9	350.78	307.68	416.59
295.9	295.9	353.2	23	0.16	0.96	353.2	366.84	320.66	440.18
268.3	268.3	357.2	24	0.12	1.12	357.2	386.33	336.05	469.54
347.9	347.9	359.5	25	0.09	1.32	359.5	411.61	355.53	508.74
388.5	388.5	388.5	26	0.05	1.59	388.5	448.75	383.30	568.35
215.1	215.1	578.6	27	0.01	2.08	578.6	525.79	438.51	698.77

période de retour	Fréquence	U .Gauss	Val .Théo
2	0.5	1.01	268.69
1.3	0.2	-0.84	204.94
5	0.8	0.84	352.27

Tableau V. 8 : Ajustement à la loi de gauss

Taille n=27

Moyen= 282.12

Ecart type= 90.89

Colonne	Valeurs départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
124.3	124.3	124.3	1	0.01	-2.08	124.3	92.54	12.22	143.80
258.6	258.6	149.3	2	0.05	-1.59	149.3	137.28	70.56	181.80
334.2	334.2	175.9	3	0.09	-1.32	175.9	161.68	101.85	203.04
353.2	353.2	194.4	4	0.12	-1.12	194.4	179.58	124.49	218.95
244.6	244.6	201.5	5	0.16	-0.96	201.5	194.20	142.73	232.19
228.1	228.1	210.8	6	0.20	-0.82	210.8	206.84	158.28	243.86
224.6	224.6	215.1	7	0.24	-0.70	215.1	218.17	172.03	254.50
289	289	224.6	8	0.27	-0.58	224.6	228.58	184.48	264.47
335.8	335.8	228.1	9	0.31	-0.48	228.1	238.33	195.97	273.98
194.4	194.4	244.6	10	0.35	-0.37	244.6	247.60	206.72	283.18
296.2	296.2	258.6	11	0.38	-0.28	258.6	256.51	216.90	292.19
175.9	175.9	268.3	12	0.42	-0.18	268.3	265.18	226.65	301.12
359.5	359.5	270.8	13	0.46	-0.09	270.8	273.69	236.05	310.05
357.2	357.2	289	14	0.50	1.01	289	282.12	245.20	319.04
149.3	149.3	289.7	15	0.46	0.09	289.7	290.55	254.20	328.20
201.5	201.5	295.9	16	0.42	0.18	295.9	299.07	263.13	337.60
328.7	328.7	296.2	17	0.38	0.28	296.2	307.74	272.05	347.35
578.6	578.6	296.8	18	0.35	0.37	296.8	316.65	281.07	357.53
296.8	296.8	328.7	19	0.31	0.48	328.7	325.92	290.27	368.28
270.8	270.8	334.2	20	0.27	0.58	334.2	335.67	299.78	379.77
210.8	210.8	335.8	21	0.24	0.70	335.8	346.08	309.74	392.22
289.7	289.7	347.9	22	0.20	0.82	347.9	357.41	320.39	405.97
295.9	295.9	353.2	23	0.16	0.96	353.2	370.05	332.06	421.52
268.3	268.3	357.2	24	0.12	1.12	357.2	384.67	345.30	439.76
347.9	347.9	359.5	25	0.09	1.32	359.5	402.57	361.21	462.40
388.5	388.5	388.5	26	0.05	1.59	388.5	426.97	382.45	493.69
215.1	215.1	578.6	27	0.01	2.08	578.6	471.71	420.45	552.03

période de retour	Fréquence	U .Gauss	Val .Théo
2	0.5	1.01	282.12
1.3	0.2	-0.84	205.64
5	0.8	0.84	358.61

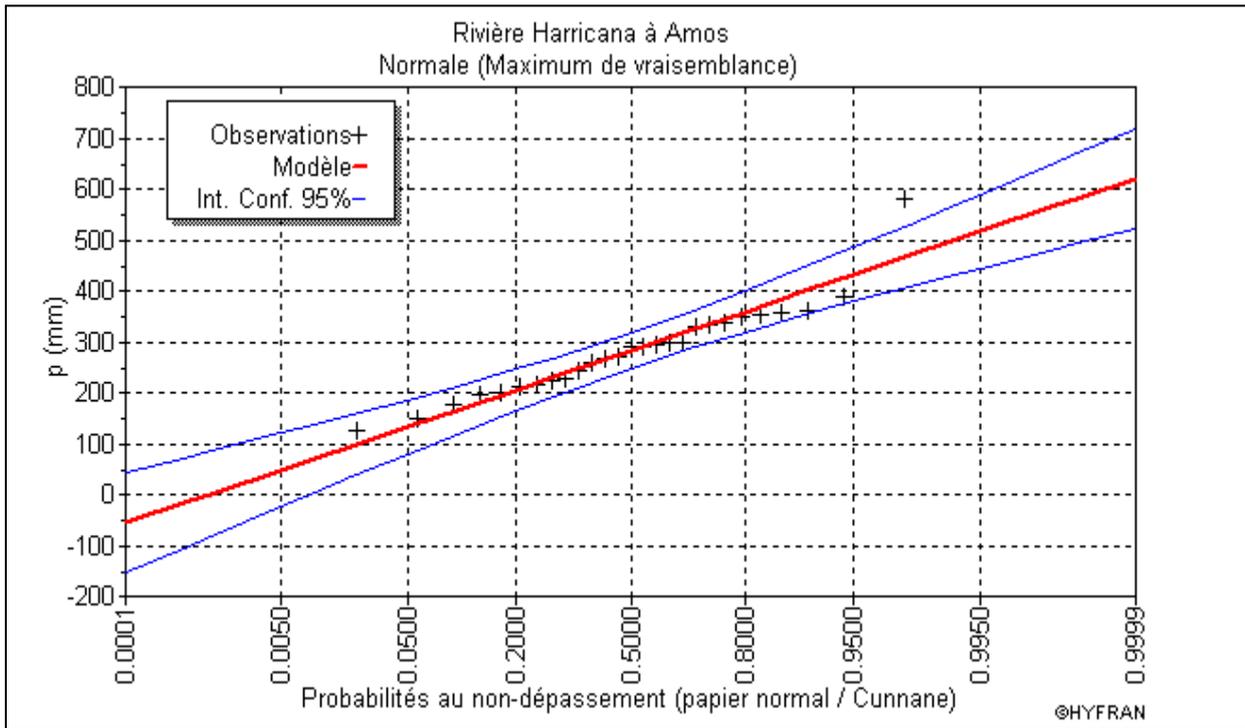


Figure V.4 : Ajustement à la loi de gauss

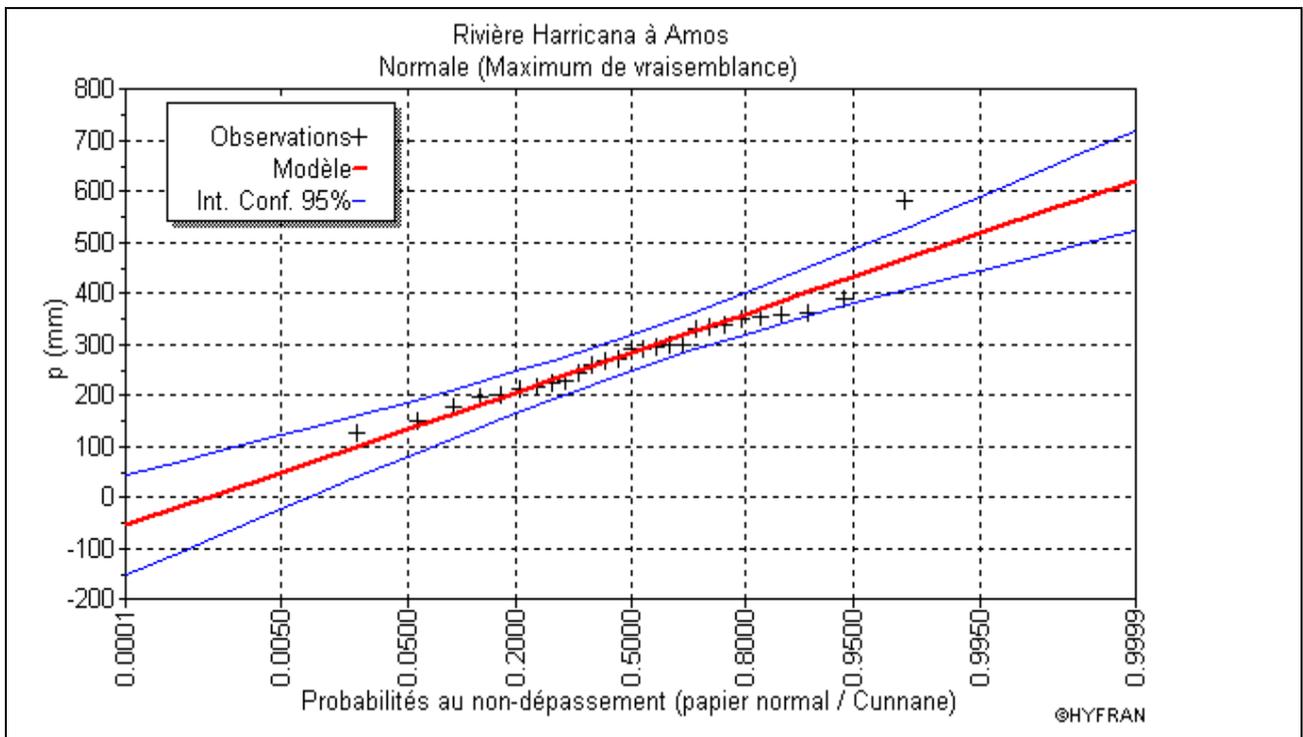


Figure V.5 : Ajustement à la loi log-Normale (GALTON)

La probabilité pour laquelle on assure l'irrigation est donnée souvent pour la fréquence 80 %.

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

Par la justement de GALTON on trouve

Tableau V.9 : Précipitations moyennes mensuelles interannuelle en mm

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Total
Total mm	18.66	43.93	37.82	32.62	33.60	29.38	36.40	32.86	23.62	7.92	3.27	8.71	308.8

Tableau V.10 : Précipitations moyennes mensuelles de l'année de calcul

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Total
$P_{\text{moy}80\%}$	14.24	33.50	28.84	24.88	25.62	22.40	27.76	25.06	18.01	6.04	2.49	6.64	235.53

Conclusion :

L'étude des conditions géologiques et hydrogéologiques ainsi que les contraintes liées au relief, à l'occupation des sols ainsi qu'à certaines caractéristiques géotechniques peu favorables, il est peu réaliste d'envisager un ré infiltration des eaux usées dans la nappe, dans la mesure où il n'est pas envisageable de modifier profondément le régime naturel de la nappe, ce qui pourrait en particulier provoquer une remontée inadmissible du niveau de l'eau.

Chapitre VI

Etude des besoins des cultures

Introduction :

Le besoin en eau d'irrigation, B , est la quantité d'eau que l'on doit apporter à la culture pour être sûr qu'elle reçoit la totalité de son besoin en eau ou une fraction déterminée de celui-ci. Si l'irrigation est la seule ressource en eau, le besoin en eau d'irrigation sera au moins égal aux besoins en eau de la culture et il est souvent plus important en raison des pertes à la parcelle.

VI.1- Répartition des cultures :

Les cultures céréalières dans l'aire d'étude représentent 67 ha cultures annuelles blé dur.

Pour ce qui concerne l'arboriculture, cette dernière occupe environ 104 ha dominés par l'olivier, les autres espèces fruitières à s'étalent sur 34 ha de pommier.

Enfin pour ce qui est **du maraîchage**, cette catégorie est représenté seulement avec 31 ha, occupés par la pomme de terre, tomate et oignon sec /ail.

La faible pratique **des cultures maraîchères** n'est un choix fait par les agriculteurs, mais une conséquence des insuffisances des ressources en eau de surface et une absence de ressources en eau souterraine de qualité.

Par ailleurs la jachère est aussi pratiquée, elle résulte essentiellement des faibles précipitations aggravées par le peu de moyens.

Tableau VI.1 : l'occupation du sol dans la commune concernée

cultures	Occupation du sol (ha)
Jachère	/
Céréales	67
Fourrages	/
Légumes secs	/
Maraîchères	31
Olivier	104
Pommier	34
Vigne	/
Figuier	/
Forêt	/
Parcours	/
Superficie irriguée	236

Source Enquête agro socioéconomique 2010

VI.2- Calcul des besoins en eau d'irrigation pour les cultures :

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

$$B = (P_{\text{eff}} + \text{RFU}) - \text{ETP}$$

B : besoin en eau d'irrigation (mm).

E.T.P : évapotranspiration (mm / jour).

RFU : réserve facilement utilisable .

$$\text{RFU} = Y (H_{\text{cc}} - H_{\text{pf}}).d.a.Z$$

Y : degré de tarissement.

da : densité apparente.

Z : profondeur d'enracinement.

Hcc : humidité à la capacité au champ

Hpf : humidité au point de flétrissement

Pef : pluie efficace

$P_{\text{eff}} = A \cdot \text{pluie}$; ou $A = 0,8$ à $0,9$ (pour notre cas on va prendre $A = 0,8$)

Evapotranspiration réelle ou de culture (ETR OU ETC) :

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration. Le plus souvent, elle est inférieure à un évapotranspiration potentielle, puisque le sol n'est pas en permanence à sa capacité de rétention. En plus, elle est considérée variable pendant la période de végétation.

Donc, c'est l'évapotranspiration d'une culture exempte de maladies, poussant dans un champ jouissant de conditions : agronomiques, pédologiques, et climatiques optimales, donnée par l'expression ci-dessous :

$$ET_{\text{CULTURE}} = K_C * ET_0$$

Avec :

K_C : Représente le coefficient culturale, dépendant du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatiques qui y règnent.

Dans notre projet, nous nous intéressons surtout à l'évapotranspiration de référence " ET_0 ", car nous voudrions atteindre à tout prix, des rendements agricoles élevés et stables.

VI.2.1-Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence :

C'est l'évapotranspiration d'une culture bien fournie en eau où le sol est à sa capacité de retentions, autrement dit c'est la limite maximale de l'évapotranspiration concerne notre projet, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel appelé ; CROPWAT

version 8, qui permet au passage, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de M^r Penman&Monteith.

VI.2.2- Détermination de Pluie efficace:

Pluie efficace=0,8*pluie moyenne mensuelle L'entrée des données relatives à chaque culture et la date de semis.

Les résultats sortis ont été transférés (tableaux des besoins en eau et de calendrier d'irrigation) de Cropwat vers Logiciel Excel, pour permettre le calcul du bilan

Tableau VI.2 : Evapotranspiration de référence de la zone de projet

Mois	Tempé Min (°C)	Tempé Max (°C)	Humidité (%)	Vent (km/jour)	Insolation (heures)	Ray. (MJ/m ² /jour)	ETo mm/jour
Janvier	2.4	14.0	71	251	6.6	10.8	1.85
Février	3.1	15.2	69	251	7.3	13.9	2.37
Mars	5.4	19.0	65	276	8.9	18.7	3.55
Avril	6.6	22.0	61	285	10.7	24.1	4.82
Mai	10.8	26.5	58	268	11.7	27.00	6.00
Juin	15.5	33.0	45	259	13.1	29.5	7.86
Juillet	18.9	36.7	40	251	13.1	29.2	8.51
Août	18.9	36.1	42	251	12.1	26.5	7.83
Septembre	15.2	30.6	56	233	10.2	21.4	5.49
Octobre	12.7	25.6	63	242	8.0	15.6	3.77
Novembre	6.6	17.3	71	233	6.2	11.0	2.09
Décembre	4.1	13.8	74	251	5.4	9.1	1.60
Moyenne	10.0	24.2	60	254	9.4	19.7	4.64

Tableau VI.3 : les pluies efficaces

Mois	Pluie (mm)	Pluie eff.(mm)
Janvier	25.62	20.5
Février	22.4	17.9
Mars	27.76	22.2
Avril	25.06	20.0
Mai	18.01	14.4
Juin	6.04	4.8
Juillet	2.49	2.0
Août	6.64	5.3
Septembre	14.24	11.4
Octobre	33.50	26.8
Novembre	28.84	23.0
Décembre	24.88	19.9
Total	235.53	188.4

Tableau VI.4: Calendrier cultural

	Cultures	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	O		
arboricultures	Olivier	←————→													
	Pommier	←————→													
marichages	pomme de terre					————→									
	oignon								————→						
	ail									————→					
	tomate									————→					
Céréales	Blé dur			————→											

Tableau VI.5 : détermination des besoins en eau des cultures

Désignation	Besoins mensuel (mm/mois)												année (mm)
	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout	
Blé dur			0	0	0	0	10	78	141.4	148.47	0		229.9
Tomate							0	38.57	129	266.37	230.3		664.2
Pomme de terre					0	33.2	85.3	118.3	118.8				355.6
Oignon sec								46.22	85.6	226.28	0		358.1
Ail									85.6	198.1	260.9	0	544.6
Pommier	0	-	-	-	-	-	0	11.22	41.6	160.26	176.7	156.7	546.5
Olivier	97	0	0	0	-	-	0	0	23.8	205.1	240.5	217.8	784.2
Total(mm)	97	0	0	0	0	33.2	95.3	292.3	625.8	1056.1	908.4	374.5	3484.1
Total (m³/ha)	970	0	0	0	0	332	953	2923	6258	10561	9084	3745	34841

Le calcul du besoin de chaque culture est regroupé dans l'annexe

VI.3-Calcul des doses de lessivage :

En utilisant la formule de RHOADS

$$V = \frac{ETM}{1 - LR}$$

$$LR = \frac{C_{eiv}}{5C_{es} - C_{eiv}}$$

Avec :

- V : volume de lessivage y compris la dose d'arrosage.
- ETM : evapo -transpiration maximale.
- LR : Leaching Requirement ou fraction lessivant
- C_{eiv} : conductivité électrique de l'eau d'irrigation = 3,07 d s/cm.
- C_{es} : conductivité électrique de l'extrait de pâte saturée du sol

$$C_{es} = 0,6ds / cm$$

$$\Rightarrow LR = \frac{0,29}{(5 \times 0,6) - 0,29} = 0,11 \quad \Rightarrow \mathbf{LR = 0,11}$$

- On a ETM = 229,9 mm/mois.

$$\text{D'ou: } V = \frac{229,9}{1 - 0,11} = 258mm \quad \text{donc:}$$

$$B_L = 258 - 229,9 = 28,1 \text{ mm/mois}$$

Tableau VI.6 : récapitulatif des besoins totaux en eau

CULTURES	Superficie en (ha)	Besoins en eau net (mm)	Besoins en eau net (m ³ / ha)	Efficiencce (%)	Besoins bruts totaux (m ³)	Besoins bruts totaux (m ³)
Blé dur	67	238.5	2385	0.75	159795	213060
Tomate	9	664.2	6642	0.75	59778	79704
Pomme de terre	10	355.6	3556	0.75	35560	47413
Oignon sec	6	358.1	3581	0.75	21486	28648
Ail	6	544.6	5446	0.75	32676	43568
Pommier	34	546.5	5465	0.75	185810	247746.6
Olivier	104	784.2	7842	0.75	815568	1087424
Totale					1 310673	1747564

Donc le volume annuel total nécessaire de ce périmètre est de 1.75 hm³

Pour le mois de pointe :

Tableau VI. 7: les besoins du mois de pointe

Superficie en (ha)	Besoins en eau du mois de pointe net (m³/ha)	Efficiencie	Besoins bruts du moi de pointe (m³/ha)
236	10561	0.75	14081.33

Conclusion :

Le volume rejeté par la SETP et de 7 hm³/an donc il satisfera les besoins d'irrigations après

La comparaison avec le volume annuel nécessaire ou périmètre

Chapitre VII

Dimensionnement du système d'irrigation

Introduction :

Dans ce chapitre en va dimensionner une partie de notre station par le goutte à goutte dont le but principale d'économiser le maximum d'eau.

D'une façon générale, les systèmes d'irrigation qui sont les plus utilisées actuellement sont :

Le gravitaire

L'aspersion

Le goutte à goutte.

Les risques que l'on peut rencontrer en irriguant avec les eaux usées épurées se situent au niveau de L'exploitation agricole

Les consommateurs

Le voisinage

Les ressources en eaux superficielles ou souterraines.

Les modes d'irrigation proposés sont le gravitaire ou le goutte à goutte selon les cultures en place

Irrigation localisée de type goutte à goutte :

Cette dernière est recommandée pour l'arboriculture, elle présente des avantages en termes d'économie d'eau et en termes environnementaux et sanitaires. Ce système d'irrigation, à part sont coût relativement plus élevé, mais compensé par l'efficacité élevée, ne posera, à priori aucun risque sanitaire, étant donné le très faible contact possible entre les organes des plantes cultivées et l'eau d'irrigation ; toutefois, les précautions suivantes doivent être prises

- Choisir les types de goutteurs moins sensibles à l'obstruction.
- Manipuler avec soin les fruits qui peuvent être consommés frais.
- Bien entretenir les canalisations et les vannes.

Le gain économique généré par la réutilisation des eaux épurées est surtout dû à l'apport en éléments nutritifs véhiculés par ces eaux.

VII.1-Calcul du débit fictif continu :

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 est défini d'après les besoins en eau des cultures, Ce débit spécifique permettra de déterminer les débits à la parcelle et à l'entête de l'entité d'étude.

A partir du calcul des besoins en eau on peut déterminer le débit spécifique (mois de pointe) qui se calcule par la formule suivante :

$$q_{spécifique} = \frac{B_{net} \cdot 10 \cdot 1000}{N_h \cdot n_j \cdot 3600 \cdot E_i} \text{ , en l/s/h}$$

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

Nh : nombre des heures d'irrigation=22heure

nj: nombre de jours du mois de pointe =26jours

Ei: Efficience d'irrigation $\approx 75\%$

$$q_{spécifique} = \frac{10561 \cdot 1000}{22 \cdot 26 \cdot 3600 \cdot 0.75} = 6.84 \text{ l/s/h}$$

Le débit spécifique $q_s = 6,84 \text{ l/s/h}$ est supérieur à $1,5 \text{ l/s/ha}$ donc on prend la culture la plus exigent pour calcul on trouve $q_s = 1.37 \text{ l/s/h}$

Débit caractéristique :

$$Q_{Car} = q_s \cdot S = 1,37 \cdot 236 = 323,32 \text{ l/s}$$

$$Q_{Car} = 0.33 \text{ m}^3/\text{s}$$

VII.2- Calcul de réseaux d'adduction :

La topographie du périmètre est généralement plane, la cote de prise au niveau de la STEP est de 730.31m ; cette dernière est plus élevée par rapport aux cotes du périmètre ce qui d'emblée permet d'irriguer celui-ci gravitaire

VII.2.1-Adduction gravitaire:

Cette variante et par gravité a la particularité de prévoir un réservoir de stockage d'une capacité situé à proximité de la STEP. De là une conduite d'adduction d'un linéaire d'environ 1086m

C'est une adduction où l'écoulement se fait gravitaire ment. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une cote supérieure à la cote piézométrique de l'ouvrage d'arrivée.

Dans notre l'adduction gravitaire a chemine les eaux du STEP ver un réservoir de stockage

VII.2.2-Calcul de diamètre avantageux de la conduite gravitaire :

La formule la plus utilisée pour le calcul de la perte de charge pour un écoulement dans une conduite est celle de Darcy-Weisbakh :

$$\Delta H_t = \frac{K' \times L_e \times Q^\beta}{D_{av}^m}$$

ΔH_t : Charge disponible (m);

K' : Coefficient de perte de charge;

L_e : Longueur équivalente de la conduite gravitaire (m) ;

$$L_e = L_g + L_{e_\varepsilon}$$

L_g : Longueur géométrique de la conduite gravitaire (m) ;($L_g=1086m$)

L_{e_ε} : Longueur équivalente des pertes de charge singulière j(m) ;

Dans le cas des adductions, les pertes de charge singulières sont estimées de 10% à **15%** des pertes de charge linéaires.

On déduit alors le diamètre calculé de la conduite gravitaire :

$$D_{av} = \sqrt[m]{\frac{K' * L_e * Q_{car}^\beta}{\Delta H_t}}$$

Dans notre cas on doit utiliser une **conduite en PEHD**, on prend: **$K' = 0,001052$** ; **$\beta = 2$**

$$m = 4,772$$

$$L_e = 1,15 \times L_g = 1,15 \times 1086 = 1248.9m$$

$$\Delta H_t = C_{step} - C_{Reservoir} = 730.31 - 718 = 12.31m$$

$$D = 0.393m \text{ Donc } D_n = 400mm$$

On détermine la vitesse d'écoulement dans la conduite gravitaire moyennant l'équation de continuité :

Avec :

Q : débit véhiculé par l'adduction (m³/s) ;

V : vitesse d'écoulement (m/s) ;

D : diamètre nominal de la conduite (m).

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

$$V_1 = \frac{4 * 0.33}{\pi * 0,4^2} = 2.63 \text{ m/s}$$

Donc: la conduite gravitaire est composé d'une conduite de diamètre 400mm et de longueur 1086m.

VII.3-Choix des techniques d'irrigation :

Plusieurs facteurs entrent en considération pour le choix des techniques d'irrigation et en particulier :

- La pente du terrain à irriguer
- Le débit dont on dispose
- Nature du sol (perméabilité)
- Nature des cultures
- Facteurs économiques
- Rentabilité de l'opération

VII.3.1-L'irrigation localisée :

a) Goutte à goutte :

Le système d'irrigation goutte à goutte est un système qui permet une très grande efficacité de l'irrigation. Des perforations dans des tuyaux longeant les lignes de culture distribuent l'eau aux plantes de manière localisée et à très faible débit, évitant ainsi un maximum de déperdition.

Très économe en eau et en main d'œuvre, il demande par contre une très grande technicité de ces utilisateurs. Les rendements peuvent être très élevés, mais l'investissement est très important.

La micro irrigation (ou irrigation localisée) est une expression qui caractérise un certain nombre de techniques nouvelles (en particulier et principalement l'irrigation dite "goutte à goutte") qui ont en commun les caractéristiques suivantes :

Une alimentation en eau à proximité immédiate du système racinaire des plantes cultivées;

L'utilisation souvent répétée et à la limite, continue de faibles débits instantanés;

La limitation de la surface humectée du sol à ce qui semble strictement nécessaire, à l'exclusion de la portion du sol qui ne porte pas de plantes (limitation également du volume de sol humecté)

•Avantage :

- Excellent rendement des cultures.
- Excellente efficacité d'arrosage à la parcelle.
- Très faibles besoins de main d'œuvre.
- Insensibilité au vent.
- Ne mouille pas le feuillage ce qui est favorable du point de vue phytosanitaire.

Inconvénients :

- Nécessite une maintenance rigoureuse, en raison des risques liés à l'éventuelle interruption des arrosages.
- Nécessite la filtration de l'eau d'irrigation.
- Coût globalement élevé qui fait réserver cette technique aux cultures à fort valeur ajoutée.
- Fonctionne avec du matériel délicat à durée de vie relativement faible.

VII.4-Dimensionnement de réseau d'irrigation en goutte à goutte :

Un réseau d'irrigation est l'ensemble d'organes, d'ouvrages et appareils qui assurent le transport, la répartition et la distribution à chaque exploitation agricole, dans chaque parcelle des eaux destinées à l'irrigation, sans oublier par ailleurs les organes qui doivent éventuellement évacuer les eaux en excès.

Dans ce chapitre de faire un calcul théorique du réseau de goutte à goutte

VII.4.1-Pour l'olivier**Besoins en eau journaliers max :**

$$B_{\max} = ETM_{\text{local}} = 7.75 \text{ mm / jour.}$$

Donc les besoins journaliers max correspond a **B_{max} = 7,75 mm / jour** pour le mois de juil.

Temps maximum de travail :

Temps maximum journaliers de travail 22h/24h

Détermination des données de bases :

Surface a irriguée : S (t)=20 ha

Dose fictive apportée :

$$p(g) = \frac{q(g)}{E(r) * E(a)} \quad \text{Avec :}$$

q (g) : Débit de goutteur

$E(r)$: Espacement entre les rangs

$E(a)$: Espacement entre les arbres,

Les besoins net on irrigation localisée :

$B_{net} = ETR \cdot K_r$ mm/ jour.

K_r = coefficient de réductions

Selon la formule ferman et garzoli : $K_r = C_s + 0.5 (1 - C_s)$

C_s = le taux de couverture selon le type de culture

On prend $C_s = 0.7$

$K_r = 0.85$

$B_{net} = 7,75 \times 0,85 = 7$ mm /j

Besoins brut :

$B_{brut} = B_{net} / R_p$

R_p = rendements de l'irrigation a la parcelle

$R_p = E \cdot C_u / 100 = 0.85$

$B_{brut} = 7 / 0.85 = 8$ mm/j

Calcul la dose nette pratique :

$D_{p_{net}} = RFU \times P$

P : pourcentages de sol humidifié

$D_{p_{net}} = 95 \times 0,27 = 25.65$ mm

La dose brute pratique :

$D_{p_{brute}} = D_{p_{net}} / R_p$

$D_{p_{brute}} = 25.65 / 0.85 = 30$ mm

La Fréquence d'arrosage sera :

$$F = D_{\text{net}} / \text{ETM} = 25.65 / 7 = 4 \text{ j}$$

Durée de l'arrosage :

$$TF = \frac{D_{p\text{brut}}}{p(g)} \quad \text{Avec :}$$

D p : La dose brute pratique mm.

P (g) : Dose fictive apportée en mm /h.

Dose fictive apportée :

$$p(g) = \frac{q(g)}{E(r) * E(a)} \quad \text{Avec : } p$$

q (g) : Débit de goutteur, q (g) = 4 l/h.

E(r) : Espacement entre les rangs, E(r) = 6 m.

E (a) : Espacement entre les arbres, E (a) = 4m

$$p(g) = \frac{2 \times 4}{6 * 4} = 0,32 \text{ mm / h}$$

Durée de l'arrosage sera

$$TF = \frac{30}{0,32}$$

$$TF = 90h$$

Durée de l'arrosage journalier :

$$D = TF/F = 90/4 = 22.5 \text{ h}$$

Il faut augmenter nombre de goutte :

$$N_g = 4 \quad \text{donc} \quad TF = 45 \text{ h}$$

La Durée de l'arrosage journalier :

$$D = TF/F = 45/4 = 11 \text{ h}$$

Nombre de postes :

$$N(p) = \frac{TF \times T}{D}$$

Avec :

T_{\max} : Temps maximum de travail, on prend $T_{\max} = 22 \text{ h}/24 \text{ h}$.

$$TF = T_{\max}/F_{\min}$$

F_{\min} = fréquence d'arrosage

$$N(p) = \frac{4 \times 45}{11} = 16 \text{ blocks}$$

Surface d'un poste :

$$S(p) = \frac{S(t)}{N(p)}$$

$S(t)$: Surface totale en ha.

$N(p)$: Nombre de poste.

$$S(p) = \frac{20}{16} = 1.25 \text{ ha}$$

Surface correspondant à une rampe :

Al = longueur moyenne de la rampe \times espacement entre les rampes

$$Al = 110 \times 6 = 660 \text{ m}^2$$

$$Al = 660 \text{ m}^2$$

Nombre de rampes par postes :

$$N(r) = \frac{S(p)}{Al}$$

Avec :

S (p) : Surface du poste en m².

Al : Surface correspondant à une rampe en m².

$$N(r) = \frac{1.25 \times 10000}{660} = 19$$

Nombre de goutteur par rampe :

$$N(g) = \frac{lr}{Ec} = \frac{110}{4} \times 4 = 110 \text{ goutte}$$

Tableau VII.1: calculs des paramètres pour l'olivier

Paramètres calculées	P (g) mm/h	TF (h)	N (p)	S (p) ha	Al m ²	N(r)
olivier	0.32	45	16	1.25	660	19

Calculs hydrauliques :

Débit :

$$Q_r = Q_g \cdot N_g/r$$

$$Q_p r = Q_r \cdot N_r$$

Avec :

Q r : Débit de rampe

Q g : Débit de goutteur

$N_{g/r}$: Nombre des goutteurs par rampe

N_r : Nombre des rampes

$$Q_r = 110 \cdot 4 = 440 \text{ l/h} \quad Q_r = 0.12 \text{ l/s}$$

$$Q_{p r} = 440 \cdot 19 = 8360 \text{ l/h} \quad Q_{p r} = 2.32 \text{ l/s}$$

Perte de charges :

Pour la détermination des pertes de charges pour les différents tronçons on a dans une canalisation assurant un service d'extrémité

$$J_{PVC} = 0,452 \cdot D^{-4,76} \cdot Q^{1,75}$$

$$J_{PEBD} = 0,478 \cdot D^{-4,75} \cdot Q^{1,75}$$

Pour notre projet on a utilisé des canalisations en polyéthylène.

Dans une canalisation assurant un service en route

$$j = \frac{L}{2,75} J$$

Où : L : la longueur de la conduite ; (m)

Q : débit (l/h)

D : diamètre intérieur de la canalisation (mm)

NB :

h_l : perte de charge linéaire

h_s : Perte de charge singulière

h_t : Perte de charge totale

Conditions hydrauliques :

Pression nominale $H=10\text{m}$ de c. e ou 1 bar

La variation maximale du débit entre goutteur :

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% \quad \text{r\`egle de Christiansen}$$

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.

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

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

La répartition de la perte de charge est :

1/3 sur les porte- rampes = 0.6 m c e

2/3 sur les rampes = 1.2 m c e

Calcul diamètre de la rampe :

Le diamètre est calculé d'après la formule suivant :

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

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.

$$\emptyset (\text{cal}) = \left[\frac{1,2 \times 2,75}{0,478 \times 440^{1,75} 110} \right]^{-\frac{1}{4,75}}$$

$$\emptyset (\text{cal}) = 16 \text{ mm}$$

Tableau VII.2: calcul de D_{cal} de la rampe pour l'olivier

Paramètres calculées	L_r (m)	Q_r (l/h)	h_l (m)	D_{cal} (mm)	D_n (mm)
résultat	110	440	1.2	16	16

Calcul diamètre de la porte- rampes :

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

Avec :

$P.d.c (\text{pr})$: La perte de charge dans la porte- rampes

$Q (\text{pr})$: Le débit de la porte- rampes en l/h ;

$L (\text{pr})$: La longueur de la porte- rampes en m.

$$\emptyset (\text{cal}) = \left[\frac{0,6 \times 2,75}{0,478 \times 8360^{1,75} 114} \right]^{-\frac{1}{4,75}}$$

$$\emptyset (\text{cal}) = 57.59\text{mm}$$

Tableau VII.3: calcul de D_{cal} de la porte rampe pour l'olivier

Paramètres calculées	$L_{p r}$ (m)	Q_r (l/h)	Q_{pr} (l/h)	h_l (m)	D_{cal} (mm)	D_n (mm)
résultat	114	440	8360	0.6	57.59	63

VII.5-Pour le pommier :**Besoins en eau journaliers max :**

$$B_{\max} = \text{ETM}_{\text{local}} = 5.7 \text{ mm/jour.}$$

Donc les besoins journaliers max correspond a $B_{\max} = 5,7 \text{ mm / jour}$ pour le mois de juil.

Surface occupée par cette culture et de 34 ha

Les calculs est résumé dans les tableaux suivants :

Tableau VII.4 : calculs des paramètres pour le pommier

Paramètres calculées	P (g) mm/h	TF (h)	N (p)	S (p) ha	Al m ²	N(r)
résultat	0.32	78	16	2	200	100

Tableau VII.5 : calcul de D_{cal} de la rampe pour le pommier

Paramètres calculées	L r (m)	Q r (l/h)	h _l (m)	D _{cal} (mm)	D _n (mm)
résultat	100	100	1.2	9.52	16

Tableau VII.6 : calcul de D_{cal} de la porte rampe pour le pommier

Paramètres calculées	L p r (m)	Q pr (l/h)	h _l (m)	D _{cal} (mm)	D _n (mm)
résultat	200	10000	0.6	69.21	75

VII.6-Diamètre de la conduite principale :

$$\emptyset = \sqrt{Q_{cp}}$$

$$Q_{cp} = Q_{pr \text{ pommier}} \times 4 + Q_{pr \text{ olivier}} \times 4$$

$$Q_{cp} = 10000 \times 4 + 8360 \times 4 = 73440 \text{ l/h} \quad Q_{cp} = 0.0204 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\emptyset = \sqrt{0.0204} = 0.142 \text{ m}$$

$\varnothing_{cp} = 142\text{mm}$

$\varnothing_{cpn} = 150\text{ mm}$

VII.7-Calculer le volume de réservoir :

$V_{res} = Q_{pr\ pommier} \times 4 \times \text{Durée de l'arrosage} + Q_{pr\ olivier} \times 4 \times \text{Durée de l'arrosage}$

$V_{res} = 10000 \times 4 \times 8 + 8360 \times 4 \times 11 = 687840\text{ l} = 687.84\text{m}^3$

$V_{res} = 687.84\text{ m}^3$

On choisit un bassin de forme carré ($L \times l \times h$). En fixant une hauteur $h=4\text{m}$, les dimensions du réservoir projeté sont $L=12\text{m}$, $l=14.5\text{m}$.

Tableau VII.7: Dimension du bassin

Désignation	Unité	Valeur
Longueur externe	m	14.5
Largeur externe	m	14.5
Longueur interne	m	12
Largeur interne	m	12
Hauteur	m	4
Épaisseur de la paroi	cm	30
Volume d'eau régularisable	m^3	687.84
Revanche	m	0.15
Volume béton (approximatif)	m^3	45

Dans chaque projet, on considère l'aspect économique, c'est à dire la rentabilité et l'efficience

VII.8-Dépenses de construction :

Tableau VIII.8 : Dépenses de construction de conduite d'abduction

Désignation des travaux et ouvrages hydraulique	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Totale (DA)
Conduite d'adduction PHD	ML	1086	6007	6523602

VII.8.1-Devis du réseau d'irrigation goutte à goutte :

Les prix unitaires des pièces et accessoires sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau VIII .9 : Facture des pièces de réseau d'irrigation localisée

Pièces	Prix unitaire (DA)	Unité de mesure	Quantité	Total
Tube Ø150 PVC	400	m	722	288800
Tube Ø75 PVC	200	m	200	40000
Tube Ø16 PEBD	14	m	210	2940
Coude Ø75	250	Un	1	250
Tube Ø63 PVC	111	Un	120	13320
Coude Ø150	370	Un	2	740
Bouchon Ø16	46	Un	2	92
Bouchon Ø 150	140	Un	4	560
TE Ø75/60	352	Un	6	2112
TE Ø110	500	Un	1	500
Coude Ø63	130	Un	2	260
Vanne Ø150	7400	Un	1	7400
Filtre	25926	Un	1	25926
Vanne Ø75	2262	Un	4	9048
Vanne Ø63	905	Un	8	7240
Pompe doseuse	33377	Un	1	33377
Prise jonc Ø16	12	Un	343	4116
Prise jonc Ø75	60	Un	10	600
Fertiliseur	8500	Un	1	8500
Goutteur réglable	15	Un	4940	74100
Total				519881

VIII.8.2-Dépenses des travaux :

Le prix de terrassement est égal :

Pour le déblai : $F_{\text{deb}} = V_{\text{deb}} \cdot K_{\text{deb}}$

K_{deb} : prix de 1 m^3 de déblai=300 DA

V_{deb} : volume total de déblai

Pour le remblai : $F_{\text{rem}} = V_{\text{rem}} \cdot K_{\text{rem}}$

K_{rem} : prix de 1 m^3 de remblai=100 DA

V_{rem} : volume total de remblai

a) Calcul du volume de déblai et remblai :

La pose en terre des conduites s'effectue dans un tranché dont la largeur de fond B sera donnée par la formule suivante :

$$B=D+2 \times 0,3$$

D : diamètre de la conduite (m)

La profondeur de fouille est en fonction du diamètre de la conduite, de la température du lieu (max, min) et les sollicitations des charges mobiles.

$$H \geq D+0,8$$

$$\text{Déblai} = L.H.B$$

$$\text{Remblai} = \text{déblai} - \left(\pi \frac{D^2}{4}\right).L$$

Tableau VIII .10 : Calcul de terrassement

Paramètres	H (m)	B (m)	Déblai (m³)	Remblai (m³)
Conduite principale	0.95	0.75	466.5	459.6
poste 1	0.863	0.663	552.8	548.65
poste 2	0.875	0.675	31	30.9
Totale	-	-	1434.8	1422.5

Donc pour le déblai:

$$F_{deb} = 1434.8 \times 300 = 430440 \text{ DA}$$

Pour le remblai :

$$F_{rem} = 1422.5 \times 100 = 142250 \text{ DA}$$

Le salaire des ouvriers est égal à 8000 DA

Les autres frais 5000 DA

Donc le total général = 7629173 DA.

- Conclusion :

Il est clair que le mode d'irrigation goutte à goutte offre meilleure économie d'eau d'une part, d'autre part une pression de 1 bar sera suffisante au goutteur. Contrairement au mode d'irrigation par aspersion qu'il nécessite une pression importante.

Conclusion et recommandation

Conclusion et recommandation

La zone d'étude se situe au niveau de Saïda chef lieu de wilaya, de daïra et de la commune du même nom, elle est située à l'ouest de l'Algérie, avant le découpage de 1984, elle administrait un vaste territoire s'étalant sur 10700 km².

Le périmètre d'Ouled Khaled, fait l'objet de ce projet de fin d'étude, il est situé à 11km de la ville de Saïda et à 500 m à l'EST de la route nationale N°6.

Il est irrigué à partir d'une STEP située à 731m d'altitude au niveau de la commune de Rebahia à 7Km au nord de la ville de Saïda. Cette station est située entre :

Latitude : 34°55'00'' N

Longitude : 00°09'00'' E

Dont notre objectif est le dimensionnement d'un système d'irrigation qui va irriguer ce périmètre après traitement de ces eaux et leur analyse et comparé avec les normes adaptées à l'irrigation, pour éviter toute risque sanitaire.

L'analyse réalisée de notre STEP montre que ces eaux usées épurées capable à l'irrigation donc on commence notre travail par le calcul des besoins des cultures on arrive à calculer un débit caractéristique la valeur trouvée est de 0.33m³/s avec ce débit dimensionne la conduite d'adduction PEHD de 1806 m linéaire de diamètre normalisée de 400mm vers un bassin de stockage vers le réseau de distribution goutte à goutte irrigué la parcelle de 20ha d'olivier et 34ha de pommier.

La technique d'arrosages (goutte à goutte) a été choisie dans le but d'assurer une répartition de l'eau de façon uniforme et économique, facteur le plus essentiel dans une telle étude ;

La réutilisation des eaux usées, permettra un gain en ressource naturelle, une protection de l'environnement et l'équilibre écologique, ainsi qu'une prévention des maladies à transmission hydrique, vu que l'eau usée subit une épuration poussée avant sa réutilisation.

En dernier lieu le choix de ces procédés de traitement a un grand pouvoir d'améliorer la qualité à la sortie de STEP de SAIDA, qui doit être l'objet d'une extension pour la mettre en valeur comme une ressource d'eau pour l'irrigation.

Ce qui constitue une ressource importante mais l'aspect qualitatif de cette eau reste la contrainte majeure pour un usage fiable.

Références Bibliographiques :

- [1] ANRH de SAIDA - 1982: Carte pluviométrique du Nord de l'Algérie.
- [2] ANRH de SAIDA -1973 : Classification des sols.
- [3] Etude d'APD et DAO de la STEP de Saida.
- [4] Document classification de la salinité laboratoire des états unis
- [5] ONID Alger partie géologique
- [6] ONA Alger les analyses des eaux usées
- [7] DHW de SAIDA – 2010 : données pédologiques et climatologiques
- [8] Epuration biologique des eaux usées urbaines Tome I Ed. OPU Alger
- [9] M.R.E.2007 - Etude réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles ou autres sur tout le territoire national. Mission 4: Norme de réutilisation des eaux usées épurées D.A.P.E.

Annexes

Annexe -1

Qualité de l'eau et potentiel de colmatage dans des systèmes d'irrigation

Par goutte à goutte (source: FAO)

Problème	Unité	Degré de restriction pour l'usage		
		pas de restriction	Peu modéré	sévère
1) Physique Matières en suspension	Mg/l	<50	50-100	>50
2) Chimique				
pH -	Mg/l	<7,0	7,0 — 8,0	>8,0
Matières dissoutes	Mg/l	<500	500-2000	>2000
Manganèse	mg/l	<0,1	0,1-1,5	>1,5
Fer	Mg/l	<0,1	0,1-1,5	>1,5
Sulfate d'hydrogène	Mg/l	<0,5	0,5-2	>2
3)				
Microbiologique Coliformes totaux	Unités/100 ml	<10 000	10 000— 50000	>50000

Annexe -2

Paramètres microbiologiques pour la réutilisation des eaux usées épurées en agricultures (projet de normes algériennes pour la réutilisation des eaux usées épurées a des fins d'irrigation (source Tecsalt)

Catégorie d'eau usée épurée	Culture a irrigué	Techniques d'irrigation	Critères de qualité microbiologique	
			Nématodes ^a (œufs/litre)	Coliformes fécaux ^b (CFU/100 ml)
I	Irrigation des cultures maraîchères qui ne se mangent pas crues, fourrages verts et pâturage direct, irrigation des arbres fruitiers	Toutes	≤ 1 ≤ 0,1 ^d	≤ 1000 ^e
II	Irrigation de céréales et oléagineuses, fibres, semences, fourrages secs, fourrages verts, sans pâturage direct, cultures destinées a la conserverie, cultures industrielles, arbres fruitiers, pépinières, plantes ornementales,	Surfaces ou localisés	≤ 1	Non requis
III	Irrigation des cultures de catégorie II	localisé	Non requis	Non requis

a : espèces ascaris et trichuris et ankylostomes ; la limite de la recommandation et aussi prévue pour protéger contre les risques liés aux protozoaires

b : coliformes fécaux / Escherichia coli (CFU/100 ml)

c : dans le cas des arbres fruitiers, l'irrigation doit cesser deux semaines avant la récolte, Les fruits aux sols ne doivent pas être ramassés, L'irrigation par aspersion est interdite,

d : comme très peu de travaux ont été mené pour déterminer comment atteindre le seuil de < 0,1 œufs de nématodes /L, ce critère est considéré comme un objectif a moins terme et est temporairement remplacé par < 1 œufs de nématodes/L,

e : les valeurs doivent être conforme pour 80 % des échantillons sur une base mensuelle ; le nombre minimum d'échantillons est de 5,

Annexe -3

Limites recommandées en éléments traces dans les eaux usées épurées destinées à l'irrigation ^a

Constituant	Utilisation à long terme (mg/l) ^b	Court terme (mg/l) ^c
Aluminium	5	20
Arsenic	0,10	2
Beryllium	0,10	0,5
Bore	0,75	2
Cadmium	0,01	0,05
Chrome	0,1	1
Cobalt	0,05	5
Cuivre	0,2	5
Fluor	1	15
Fer	5	20
Plomb	5	10
Lithium	2,5	2,5
Manganese	0,2	10
Molybdène	0,01	0,05
Nickel	0,2	2
Selenium	0,02	0,02
Vanadium	0,1	1
Zinc	2	10

a : adapté de : académie nationale des sciences – national académie of engineering (1973)

b : pour l'eau utilisée sans interruption sur tous les sols

c : pour l'eau utilisée pendant une période d'au plus 20 ans sur des sols de texture fines, neutre ou alcalins

Annexe -4

Qualité de l'eau et potentiel de colmatage dans des systèmes d'irrigation
par goutte à goutte (source:FAO)

Problème	Unité	Degré de restriction pour l'usage		
		pas de restriction	Peu modéré	Sévère
1) Physique Matières en suspension	Mg/l	<50	50-100	>50
2) Chimique pH -		<7,0	7,0 — 8,0	>8,0
Matières dissoutes	Mg/l	<500	500-2000	>2000
Manganèse	mg/l	<0,1	0,1-1,5	>1,5
Fer	Mg/l	<0,1	0,1-1,5	>1,5
Sulfate d'hydrogène	Mg/l	<0,5	0,5-2	>2
3) Microbiologique Coliformes totaux	Unités/100 ml	<10 000	10 000— 50000	>50000

Annexe -5.1 Calcul des besoins

Bled dur

mois	ETO	Peff	Kc	ETO*Kc	RFU	B=ETM- (RFU+Peff)	Eff	Bbrut
sep								
oct								
Nov	62.7	23	0.3	18.81	70	0	0.75	0
Déc	48	19.9	0.38	18.24	70	0	0.75	0
Jan	55.5	20.5	0.58	32.19	70	0	0.75	0
Fév	71.1	17.9	0.76	54.036	35	0	0.75	0
Mar	106.5	22.2	0.96	102.24	70	10	0.75	7.5
Avr	144.6	20	0.92	133.032	35	78	0.75	58.52
Mai	180	14.4	1.06	190.8	35	141.4	0.75	106.05
Juin	235.8	4.8	0.65	153.27	0	148.47	0.75	111.35
juil								
Aout								
Total						412.94		309.70

POMME TERRE

mois	ETO	Peff	Kc	ETO*Kc	RFU	B=ETM - (RFU+Peff)	Eff	Bbrut
sep	164.7	11.4						
oct	113.1	26.8						
Nov	62.7	23						
Déc	48	19.9						
Jan	55.5	20.5	0.52	28.86	15	0	0.75	0
Fév	71.1	17.9	0.93	66.123	15	33.2	0.75	24.917
Mar	106.5	22.2	1.15	122.475	15	85.3	0.75	63.95
Avr	144.6	20	1.06	153.276	15	118.3	0.75	88.70
Mai	180	14.4	0.82	147.6	15	118.8	0.75	88.65
Juin	235.8	4.8						
juil	255.3	2.0						
Aout	234.9	5.3						
Total						354.974		266.23

Annexe -5.2

Mois	ETO	Peff	Kc	ETO*Kc	RFU	B=ETM - (RFU+Peff)	Eff	Bbrut
sep	164.7	11.4						
oct	113.1	26.8						
Nov	62.7	23						
Déc	48	19.9						
Jan	55.5	20.5						
Fév	71.1	17.9						
Mar	106.5	22.2	0.6	63.9	60	0	0.75	0
Avr	144.6	20	0.82	118.572	60	38.572	0.75	28.92
Mai	180	14.4	1.13	203.4	60	129	0.75	96.75
Juin	235.8	4.8	1.15	271.17	0	266.37	0.75	199.77
juil	255.3	2	0.91	232.323	0	230.323	0.75	172.74
Aout	234.9	5.3						
Total						664.265		498.19875

TOMATE

OIGION SEC

Mois	ETO	Peff	Kc	ETO*Kc	RFU	B=ETM - (RFU+Peff)	Eff	Bbrut
Sep	164.7	11.4						
Oct	113.1	26.8						
Nov	62.7	23						
Déc	48	19.9						
Jan	55.5	20.5						
Fév	71.1	17.9						
Mar	106.5	22.2						
Avr	144.6	20	0.7	101.22	35	46.22	0.75	34.665
Mai	180	14.4	0.75	135	35	85.6	0.75	64.2
Juin	235.8	4.8	0.98	231.084	0	226.284	0.75	169.713
juil	255.3	2	0.98	250.194	0	248.194	0.75	186.1455
Aout	234.9	5.3						

Total						606.298		454.7235
--------------	--	--	--	--	--	---------	--	----------

Annexe -5.3

AIL

Mois	ETO	Peff	Kc	ETO*Kc	RFU	B=ETM - (RFU+Peff)	Eff	Bbrut
Sep	164.7	11.4	-	-				
Oct	113.1	26.8		-				
Nov	62.7	23	-	-				
Déc	48	19.9	-	-				
Jan	55.5	20.5	-	-				
Fév	71.1	17.9	-	-				
Mar	106.5	22.2	-	-				
Avr	144.6	20	-	-				
Mai	180	14.4	1	180	80	85.6	0.75	64.2
Juin	235.8	4.8	1.03	242.874	40	198.074	0.75	148.55
Juil	255.3	2	1.03	262.959	0	260.959	0.75	195.719
Aout	234.9	5.3	0.93	218.457	0	213.157	0.75	159.86
Total						7.79		568.34

Pommier

Mois	ETO	Peff	Kc	ETO*Kc	RFU	B=ETM - (RFU+Peff)	Eff	Bbrut
sep	164.7	11.4	0.67	110.349	35	63.949	0.75	
oct	113.1	26.8	-	-	-	-	-	-
Nov	62.7	23	-	-	-	-	-	-
Déc	48	19.9	-	-	-	-	-	-
Jan	55.5	20.5	-	-	-	-	-	-
Fév	71.1	17.9	-	-	-	-	-	-
Mar	106.5	22.2	0.7	74.55	70	-17.65	0.75	0
Avr	144.6	20	0.7	101.22	70	11.22	0.75	8.415
Mai	180	14.4	0.7	126	70	41.6	0.75	31.2
Juin	235.8	4.8	0.7	165.06	0	160.26	0.75	120.19
juil	255.3	2	0.7	178.71	0	176.71	0.75	132.53
Aout	234.9	5.3	0.69	162.081	0	156.781	0.75	117.58
Total						610.52		

Annexe -5.4

OLIVIER

Mois	ETO	Peff	Kc	ETO*Kc	RFU	B=ETM - (RFU+Peff)	Eff	Bbrut
sep	164.7	11.4	0.95	156.465	48	97.065	0.75	72.79
oct	113.1	26.8	0.89	100.659	95	0	0.75	0
Nov	62.7	23	0.81	50.787	95	0	0.75	0
Déc	48	19.9	0.73	35.04	48	0	0.7 5	0
Jan	55.5	20.5	-	-	-	-	-	
Fév	71.1	17.9	-	-	-	-	-	
Mar	106.5	22.2	0.5	53.25	95	0	0.75	0
Avr	144.6	20	0.59	85.314	95	0	0.75	0
Mai	180	14.4	0.74	133.2	95	23.8	0.75	17.85
Juin	235.8	4.8	0.89	209.862	0	205.062	0.75	153.79
juil	255.3	2	0.95	242.535	0	240.535	0.75	180.40
Aout	234.9	5.3	0.95	223.155	0	217.855	0.75	163.39
Total						784.317		588.23

Annexe -5

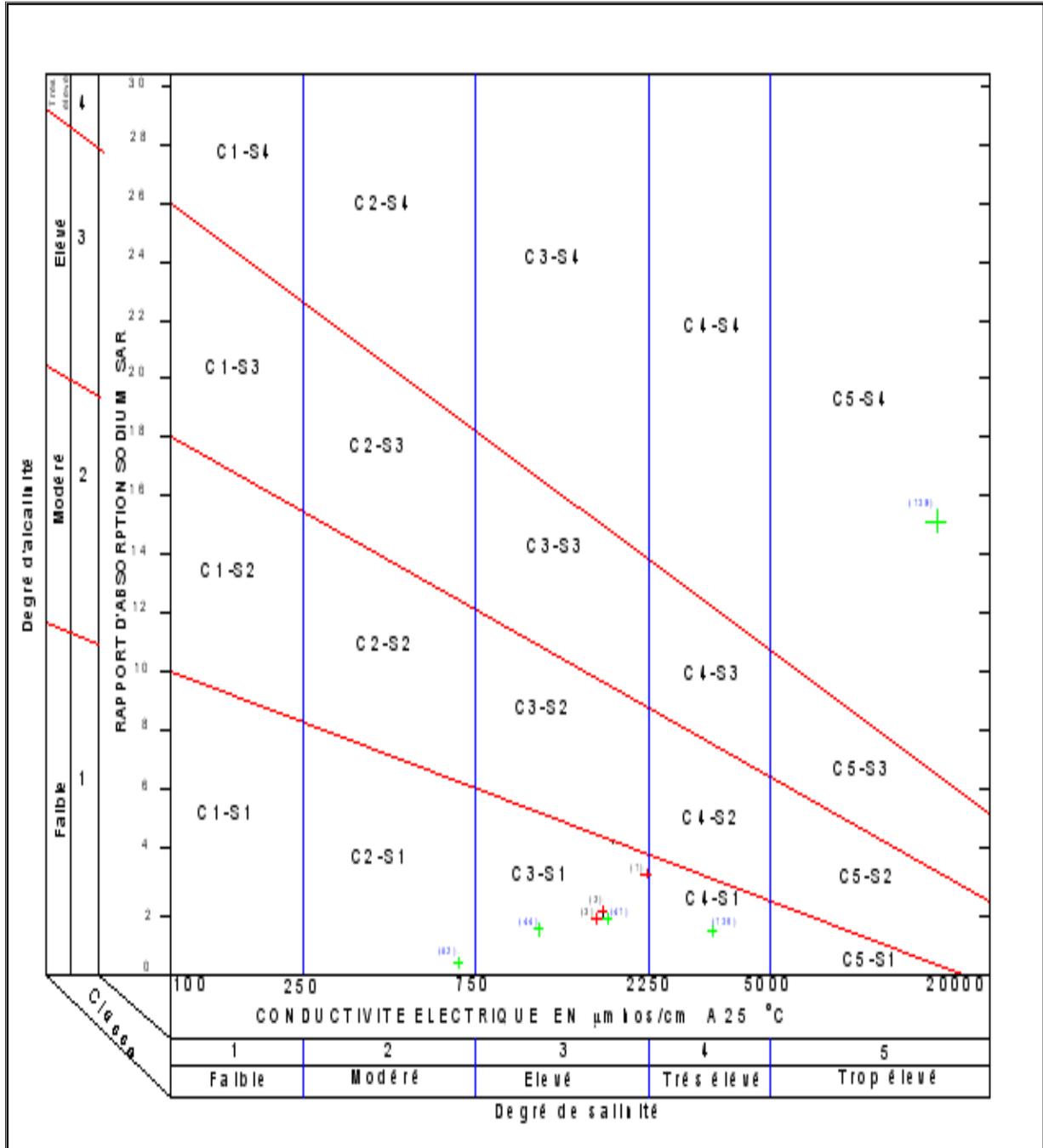


Diagramme de salinité selon la classification de l'USDA

Annexe -6.1

Laboratoire des sols :		ANRH ALGER								
Région :		SAIDA								
BORDEREAU DE DONNEES										
Profil N° 04										
H1		H2		H3		H4		H5		Horizons
0	20	20	60	60	120					En cm
Granulométrie										
	12		15		15					A %
	12		16		15					LF %
	10		18		16					LG %
	11		02		04					SF %
	50		44		45					SG %
										Total
Matières organiques										
	9.5		2.1		1.2					M.O %°
	5.5		1.2		0.7					C %°
	0.65		0.30		0.29					N %°
	9		4		3					C / N
Réserves minérales										
	9.0		12.2		10.8					CaCO3 total %
	5.88		5.25		4.00					CaCO3 actif %
	0.74		0.38		0.34					P2O5 total %°
	66.02		25.09		4.96					P2O5 assimilable ppm
	3.59		2.41		2.02					K2O total %°
	542		252		200					K2O assimilable ppm
Complexe absorbant										
	19.21		19.72		18.23					Ca : meq / 100g
	3.08		2.14		3.25					Mg : meq / 100g
	1.84		2.27		1.63					Na : meq / 100g
	0.69		0.34		0.27					K : meq / 100g
	11.47		11.62		11.57					CEC : meq / 100g
PH - Salinité										
	7.93		8.77		8.50					pH
	0.59		0.47		0.38					C.E (1/5): mS /cm

Annexe -6.2

Laboratoire des sols :		ANRH ALGER								
Région :		SAIDA								
BORDEREAU DE DONNEES										
Profil N° 58										
H1		H2		H3		H4		H5		Horizons
0	30	30	50	50	110					En cm
Granulométrie										
	11		33		29					A %
	44		29		39					LF %
	20		11		12					LG %
	02		02		01					SF %
	20		21		14					SG %
										Total
Matières organiques										
	19.8		19.3		19.3					M.O %°
	11.7		11.2		11.2					C %°
	1.19		0.99		1.03					N %°
	10		11		11					C / N
Réserves minérales										
	9.2		4.0		2.8					CaCO3 total %
	-		-		-					CaCO3 actif %
	1.01		0.79		0.71					P2O5 total %°
	25.07		0.0		15.35					P2O5 assimilable ppm
	5.75		5.14		6.63					K2O total %°
	2412		726		572					K2O assimilable ppm
Complexe absorbant										
	39.46		41.66		44.12					Ca : meq / 100g
	4.69		2.78		3.35					Mg : meq / 100g
	1.71		4.13		4.01					Na : meq / 100g
	3.17		1.02		0.88					K : meq / 100g
	25.87		30.05		31.35					CEC : meq / 100g
PH – Salinité										
	8.10		8.15		8.16					pH
										C.E (1/5): mS /cm

Annexe -6.3

Laboratoire des sols :										ANRH ALGER				
Région :										SAIDA				
BORDEREAU DE DONNEES														
Profil N° 67														
H1		H2			H3			H4		H5		Horizons		
0	30	30	60	60	120							En cm		
Granulométrie														
	18		45		49							A %		
	22		25		25							LF %		
	42		09		07							LG %		
	04		03		06							SF %		
	09		14		11							SG %		
												Total		
Matières organiques														
	21.8		18.1		11.5							M.O %°		
	12.7		10.5		6.7							C %°		
	0.95		1.30		0.82							N %°		
	13		8		8							C / N		
Réserves minérales														
	1.8		1.8		12.6							CaCO3 total %		
	-		-		11.5							CaCO3 actif %		
	0.95		0.72		0.74							P2O5 total %°		
	167.54		67.82		-							P2O5 assimilable ppm		
	7.64		5.87		4.55							K2O total %°		
	1482		1384		1532							K2O assimilable ppm		
Complexe absorbant														
	30.01		30.53		34.84							Ca : meq / 100g		
	7.46		8.06		6.36							Mg : meq / 100g		
	2.05		0.75		5.28							Na : meq / 100g		
	3.31		0.66		1.98							K : meq / 100g		
	23.31		27.85		23.71							CEC : meq / 100g		
PH – Salinité														
	8.10		8.16		8.18							pH		
	0.76		0.69		0.32							C.E (1/5): mS /cm		

