

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHESCIENTIFIQUE
ECOLE NATIONALESUPERIEURE D'HYDRAULIQUE- ARBAOUI Abdallah-

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 :

**ETUDE D'EXPLOITATION DES EAUX USEES
EPUREES POUR L'IRRIGATION A PARTIR DE LA
STEP D'AIN EL TURCK**

W. (ORAN)

Présenté par :

M^r BELDJILALI MOHAMED

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M^r T. KHETTAL	MC.A	Président
M^{me} O. AZIEZ	MA.A	Examinatrice
M^{me} D. DJOUDAR	MA.A	Examinatrice
M^r D. KOLIAI	Ing en chef	Examineur
M^{me} S. LEULMI	MA.A	Examinatrice
M^r M. MESSAHEL	MC	Promoteur

Septembre 2013

Remerciements

Au terme de ce projet, fruit de mes années de labeur, je tiens à remercier sincèrement Dieu, de m'avoir octroyé les moyens et les personnes qui m'ont aidé dans son élaboration.

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrai témoigner toute ma reconnaissance.

De prime abord je voudrai exprimer toute ma gratitude à mon promoteur, Monsieur MESSAHEL .M.

Madame L.S. BAHBOUH de m'avoir enseigné le long de ma formation, m'a assisté, guidé et conseillé durant ce projet. Je lui exprime ici ma profonde reconnaissance.

Monsieur M.MESSAHEL de m'avoir enseigné le long de ma formation, m'a assisté, guidé et conseillé durant ce projet. Je lui exprime ici ma profonde reconnaissance

Mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur de juger ce travail, je les remercie vivement.

Une mention spéciale à ma famille, pour m'avoir aéré l'esprit et pour la motivation qu'ils m'ont apportée tout au long de ce travail.

Merci également à tous mes amis, il serait trop long de tous les nommer.

Dédicace

J e dédié ce modeste travail :

A mes chers parents, essayant ainsi de vous exprimer toute ma gratitude pour tout ce que vous m'avait apporté.

A mes chers parents et mes frangines

A mes frères.omar ,abdelhafidh,youcef et ismail

*A mes amis : Bekheira, Kessam , Naceur ,Nouri ,Amine tekhmaret,Faiçal ,
,Benhanin,Hanachi, Mkadem ferari,Khaled van dam,Rachid,Yacine moralist ,El
hadj,Belgasseem ,Amine chriks,Roudwane et Sayfe*

Et toute la promotion 2013

BELDJILALI MOHAMED

ص خلم

طرحملا تموكما تيعارزلا يضا رلا ديوزت تيفيكب صاخلا عورشما ا تسارد يلى قرطتنس تركذما هذهن مض
تيلاولا هذهب تلمعتسما مايملا تيفصت تطحن م اقلطنا مايملابن ار هو تيلاولا كرتلا نيعا تظنمب معقاولا ي عارزلا .

تعييطب تفلعتما ص ئاصخاو خانملا ثيدن م تظنملا ص ئاصذ فالتخمل تماء تساردب انمق ضرغلا ا ذهلا
مايملا تيعونو تيرتلا .

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 d'ORAN 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 region of AIN EL TURCK (W .ORAN) with water starting with the cleansing station.

Therefore, we studied the characteristics of this region on in general including the climate

Or the types of grounds and the kinds of water.

Sommaire

Chapitre I: Analyse des conditions naturelles

Introduction générale	
I- Caractéristiques des potentialités naturelles.....	2
I.1-Situation Géographique	2
I.2- Localisation de la zone du projet	3
I.2.1- Situation du périmètre	3
I.2.2-Limites du périmètre.....	3
I.2.3- Population de la zone d'étude.....	4
I.2.4- Les critères du choix du périmètre.....	4
I.3- Données climatiques	4
I.3.1-Temperature moyenne.....	4
I.3.2-Evaporation potentielle.....	6
I.3.3-Pluviométrie.....	6
I.3.4- Les vents	7
I.3.5- Humidité	7
I.3.6- L'insolation.....	8
I.4-Classification du climat	9
I.4.1-Classification du climat selon l'indice de Mr MARTONE.....	9
I.4.2-Classification du climat selon diagramme de Mr EMBERGER	9
I.4.3-Classification du climat selon pluviothermique de Gaussen	11
Conclusion	11

Chapitre II: Présentation de la STEP et la qualité des eaux

Introduction.....	12
II.1- La STEP d'Ain Turck	12
II.1.1- Localisation.....	12
II.1.2- Relief	13
II.1.3-Element d'appréciation sur la faisabilité du projet	14
II.1.4-Capacité de traitements	14
II.2-les effluents à traiter.....	15
II.2.1-l'origine des effluents à traiter	15
II.2.2-syntheses et interprétations des caractéristiques des eaux usées à traiter	15
II.2.3-Characteristiques de l'effluent traité	16
II.2.4- Boues et déchets.....	17
II.2.5-Characteristiques physique –chimiques de l'eau usée avant traitement	17
II.2.6-Reutilisation des eaux traitées pour l'irrigation.....	18
II.2.7-norme de qualité d'eau usée épurée apte à la réutilisation en irrigation (normes OMS, FAO).....	18
II.3-Principaux critères de qualité à respecter pour l'irrigation.....	19
II.3.1-Critères de stockage et des distributions	19
II.3.2-Critères d'irrigation	20
II.3.3-Critère physico-chimique.....	20
II.4-Qualité de l'eau d'irrigation.....	22

II.4.1-Effets des sels et du sodium sur la plante et sur le sol	22
II.4.2-Salinité	23
II.4.3-Chlorure de sodium	23
II.4.4-Le bore	24
II.4.5-Sodisation	24
II.5-La filière de traitement	25
II.5.1-Un traitement plus poussé de l'azote	25
II.5.2-Un traitement mixte en phosphore	26
II.6-Description du procédé et le principe de fonctionnement	26
II.6.1-Arrivée des eaux brutes	26
II.6.2-Dégrillage grossier	26
II.6.3-Dégrillage fin	26
II.6.4- Traitement des refus de dégrillage	26
II.6.5- dessablage deshuilage	27
II.6.6- traitement des sables	27
II.6.7- Répartition des eaux prétraitées	27
II.6.8- Bassin de contact.....	27
II.6.9- Bassin d'anaérobie	28
II.6.10- bassin d'aération	28
II.6.11- centrale de production d'air	28
II.6.12- Dégazage –répartition	29
II.6.13-clarificateur	29
II.6.14- Recirculation des boues	29
II.6.15- Dephosphatation physico –chimique	29
Conclusion	30

Chapitre III: Etude géologique et hydrologique

Introduction.....	31
III.1-Etude géologie	31
III.1.1-Aperçu géomorphologique de la plaine.....	31
III.1.2-Etude du contexte géologique.....	32
III.1.3-Etude du contexte hydrogéologique	32
III.2-Etude du contexte hydrologique :	33
III.2.1-Homogénéité de la série pluviométrique :	33
III.2.2-Etude statistique des précipitations :	36
III.2.3-Traitement des données :	36
III.2.4-Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gauss (loi Normale) :	36
III.2.5- Détermination de l'année de calcul :	38
Conclusion	39

Chapitre IV: Etude Agro-pédologique

Introduction.....	40
IV.1- Les différentes classes des sols	40
IV.1.1- Unité cartographique N°01.....	40
IV.1.2- Unité cartographique N°02.....	41
IV.1.3- Unité cartographique N°03.....	41
IV.2-Le matériau parental des sols de la zone d'étude	41
IV.3- Les traits pédogénétiques	41
IV.4 - La classification des sols du périmètre.....	41

IV.5- Etude d'aptitude culturale selon les contraintes	42
IV.5.1- Les cultures pérennes	42
IV.5.2- Les cultures céréalières et fourragères	42
IV.5.3- Les cultures maraîchères	42
IV.6 -Tableau de synthèse des cultures selon leurs contraintes	43
IV.7-Les aménagements agricoles	45
IV.7.1- Fertilisation.....	45
IV.7.2- Protection phytosanitaire.....	45
IV.7.3- Application des systèmes assolement et rotation	45
IV.8- La gamme de culture choisie préférentiellement	46
Conclusion	47

Chapitre V: Etude des besoins des cultures

Introduction	48
V.1-Répartition des cultures	48
V.2-Calcul des besoins en eau d'irrigation pour les cultures	49
V.2.1-Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence	50
V.2.2-Détermination de Pluie efficace.....	50
Conclusion	54

Chapitre VI: Dimensionnement du réseau d'irrigation

Introduction.....	55
VI.1-Calcul du débit maximum journalier.....	55
VI.2-Le réservoir de stockage d'eau.....	56
VI.2.1-Dimensionnement de réservoir par la méthode de bilan d'eau	56
VI.2.2-Calcul du débit forcé	57
VI.3- Calcul de réseaux d'adduction	59
VI.3.1-Choix du trace	59
VI.3.2-Choix des types de conduites	59
VI.4- Prédimensionnement de la conduite de refoulement	60
VI.4.1-conduite de refoulement	60
VI.4.2-Calcul de diamètre avantageux de la conduite de refoulement	60
VI.4.3-Perte de charge	60
VI.4.4-Vérification du régime (nombre de Reynolds).....	61
VI.4.5- Etude de la rugosité	61
VI.4.6-Calcul de la hauteur manométrique totale(HMT)	61
VI.4.7- Puissance absorbée par la pompe	61
VI.4.8- Energie consommée par la pompe.....	61
VI.4.9- Prix d'énergie (Frais d'exploitation)	61
VI.4.10-Amortissement.....	63
VI.4.11-Calcul des diamètres économiques.....	63
VI.5-Choix des techniques d'irrigation.....	64
VI.5.1-L'irrigation localisée	65
VI.6-Dimensionnement de réseau d'irrigation en goutte à goutte	65
VI.6.1-Le réseau d'irrigation	66
VI.6.2-Pour l'abricotier.....	66
VI.6.3- Pour le pommier	72
VI.6.4-Diamètre de la conduite principe	72
VI.7-Equipement en ligne.....	73

VI.7.1-Les ventouses	73
VI.7.2-Les vannes	73
VI.7.3-Les ouvrages spéciaux.....	74
VI.7.4- Les joints des conduites en frites béton.....	74
Conclusion	75
Conclusion générale	
Bibliographie	

Liste des tableaux

Chapitre I: Analyse des conditions naturelles

Tableau I.1- Les coordonnées Lambert sur l'agrandissement au 1/25.000	3
Tableau I.2 : Population de la zone d'étude.....	4
Tableau I.3 : Répartition des températures de la station d'Oran période 1962-1998	5
Tableau I.4 : Evaporation Potentielle enregistrée dans la région de Bousfer	6
Tableau I.5 : Répartition Mensuelle de la pluviométrie de la station de Bousfer période (1978-2009).....	6
Tableau I.6 : Moyennes interannuelles du vent (station d'Oran port en (m/s)).....	7
Tableau I.7: Répartition de l'humidité moyenne (période observation 1950- 2004)	7
Tableau I.8 : Durée d'insolation (en heures)	8
Tableau I.9 : Classification de climat selon Mr Martonne.....	9

Chapitre II: Présentation de la STEP et la qualité des eaux

Tableaux II.1: Capacité de traitement de la STEP à l'horizon 2030	14
Tableaux II.2: Les concentrations des polluants à l'entrée de la step.....	15
Tableaux II.3: Les concentrations des rejets.....	16
Tableaux II.4: Les résultats des analyses de l'eau usée avant traitement	17
Tableaux II.5: Norme de qualité d'eau usée épurée apte à la réutilisation en irrigation (normes OMS, FAO)	18
Tableaux II.6: comparaison les éléments nutritifs des eaux usées par rapport aux normes de la qualité des eaux réutilisées	21
Tableaux II.7: Concentration maximale en éléments traces recommandés pour les eaux d'irrigation (AYERS et WESTTOD, 1985)	22
Tableaux II.8: Classification des eaux d'irrigation.....	23
Tableaux II.9: Seuils de résistance de quelques plantes cultivées à la salinité.....	23
Tableaux II.10: Seuils des brûlures par les Na cl.....	24
Tableaux II.11: Concentration maximale en Bore dans l'eau d'arrosage.....	24

Chapitre III: Etude géologique et hydrologique

Tableau III.1: Pluies moyennes mensuelles observées à la station Bousfer(040301)	34
Tableau III.2: Détails du procédé de Test d'homogénéité pour la station de Bousfer code (040301).	35
Tableau III.3: Ajustement à la loi de Gauss.....	37
Tableau III.4: Précipitations moyennes mensuelles interannuelle en mm.....	39
Tableau III.5: Précipitations moyennes mensuelles de l'année de calcul	39

Chapitre IV: Etude Agro-pédologique

Tableau IV.1: Symbole des cultures pérennes	43
Tableau IV.2: Symbole des cultures céréalières, fourragères et industrielles	44
Tableau IV.3: Symbole des cultures maraîchères.....	44

Chapitre V: Etude des besoins des cultures

Tableau V.1 : l'occupation du sol dans le périmètre concernée	48
Tableau V.2: synthèse des calculs de la RFU de chaque unité cartographique	49
Tableau V.3: Evapotranspiration de référence de la zone de projet	51
Tableau V.4: les pluies efficaces	51
Tableau V.5: Calendrier cultural.....	52
Tableau V.6: détermination des besoins en eau des cultures.....	52
Tableau V.7: récapitulatif des besoins totaux en eau.....	53

Chapitre VI: Dimensionnement du réseau d'irrigation

Tableau VI-1- Le bilan de consommations et l'apport journalier d'eau	56
--	----

Tableau VI.2-Calcul de la hauteur manométrique totale (HMT)	63
Tableau VI.3-Frais d'exploitation.....	63
Tableau VI.4-Frais d'amortissement	64
Tableau VI.5-Bilan	64
Tableau VI.6-repartition des cultures sur la parcelle	66
Tableau VI.7- calculs des paramètres pour l'abricotier	69
Tableau VI.8-calcul de D cal de la rampe pour l'abricotier	71
Tableau VI.9-calcul de D cal de la porte rampe pour l'abricotier	71
Tableau VI.10-calculs des paramètres pour le pommier	72
Tableau VI.11- calcul de D cal de la rampe pour le pommier	72
Tableau VI.12-calcul de D cal de la porte rampe pour le pommier.....	72

Liste des figures

Chapitre I: Analyse des conditions naturelles

Figure I-1: Carte de la situation administrative de la wilaya d'Oran (Wikipédia)	2
Figure I-2: Vue satellitaire du réseau routier (googlemaps)	2
Figure I-3: Délimitation de la zone d'étude	3
Figure I-4: Histogramme de la température mensuelle de la zone d'étude	5
Figure I-5: Distribution mensuelle de l'humidité	8
Figure I.6: Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	10
Figure I-7: Climogramme pluviothermique de GAUSSEN.....	11

Chapitre II: Présentation de la STEP et la qualité des eaux

Figure II.1: Localisation de la STEP et délimitation des périmètres	12
Figure II.2 : Carte dun relief(Oran nord)	13

Chapitre III: Etude géologique et hydrologique

FigureIII.1 : Ajustement à la loi de gauss	38
--	----

Liste des planches

- Planche n°1 : conduite de refoulement et le réseau de distribution
- Planche n°2 : carte d'aptitudes culturales
- Planche n°3 : profil en long de la conduite de refoulement
- Planche n°4 : carte des sols
- Planche n°5 : schémas des accessoires

Introduction générale

L'eau est un bien économique, social et environnemental. Il est donc nécessaire et important d'en garantir la disponibilité dans le temps au moyen de formes d'exploitation durables qui permettent de faire face aux exigences actuelles sans menacer l'équilibre environnemental.

La pénurie des ressources en eau en Méditerranée ne fait qu'accroître.

L'étude du Plan Bleu 'L'eau en Région Méditerranéenne' a montré que 28 millions de personnes, à savoir 7 % de la population méditerranéenne totale, se trouvent au-dessous du 'seuil de pénurie' de 500 m³/an par habitant et 115 millions de personnes, 29% de la population sont au-dessous du seuil de 1000 m³/an par habitant.

La population dans la région de la Méditerranée, augmentera encore la pression sur les ressources en eau. Pour les trente prochaines années,

Le Plan bleu prévoit une diminution importante des ressources par habitant, surtout dans les pays méditerranéens du Sud et de l'Est. Il est urgent de réduire la consommation et de préserver la ressource en eau, à travers une gestion efficace de tout le cycle de l'utilisation de l'eau, à partir de la gestion optimale des réservoirs ou des autres sources d'approvisionnement (puits, sources) à la réhabilitation des réseaux d'adduction, de distribution et de collecte des égouts en passant par la gestion efficace des installations de traitement (potabilisation et épuration).

Les meilleures techniques disponibles devraient être identifiées et utilisées pour associer l'utilisation rationnelle des ressources en eau naturelles à d'autres sources d'approvisionnement non conventionnelles, notamment le traitement des eaux usées.

Le présent dossier entre dans le cadre de l'étude de réutilisation des eaux usées à partir de la station d'épuration d'Ain El Turck.

Les eaux usées après épuration sont utilisées pour des usages agricoles au lieu d'être rejetées.

La réutilisation des eaux usées épurées est peu pratiquée en Algérie, cette étude montre pourtant que les risques sanitaires associés à la réutilisation des eaux usées épurées sont faibles

La chloration proposée par STEREAU (entreprise d'étude et réalisation) permet de réutiliser l'eau en irrigation avec limitation au sens des recommandations de l'organisation mondiale de la santé (OMS 1991)

Une irrigation sans restrictions (produit consommés crus, espaces public), imposant notamment la rétention des nématodes intestinaux et une limite maximale de 1000 coliformes fécaux par 100 ml d'eau désinfectée, nécessiteraient une désinfection plus poussée.

Dans le cas des eaux épurées d'Ain Turck, une désinfection par ultraviolet serait recommandée à la place de la coloration pour traiter tout ou partie du débit.

Le stockage des eaux épurées rejeter se fait dans un bassin jouant le rôle d'un réservoir de stockage, cet ouvrage offre l'avantage suivant :

Garantir une offre d'eau à la demande du calendrier d'irrigation des cultures et indépendamment des variations de débit journalier des effluents épurés

CHAPITRE I :

ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES

I- Caractéristiques des potentialités naturelles

I.1-Situation Géographique

La ville d'Ain El Turck fait partie du découpage administratif de la wilaya d'Oran

Elle est limitée :

- Au Nord par la mer méditerranée
- A l'ouest par la commune de Bousfer
- A l'Est par la commune de Mers El Kebir
- Au Sud par la commune de Messerghin

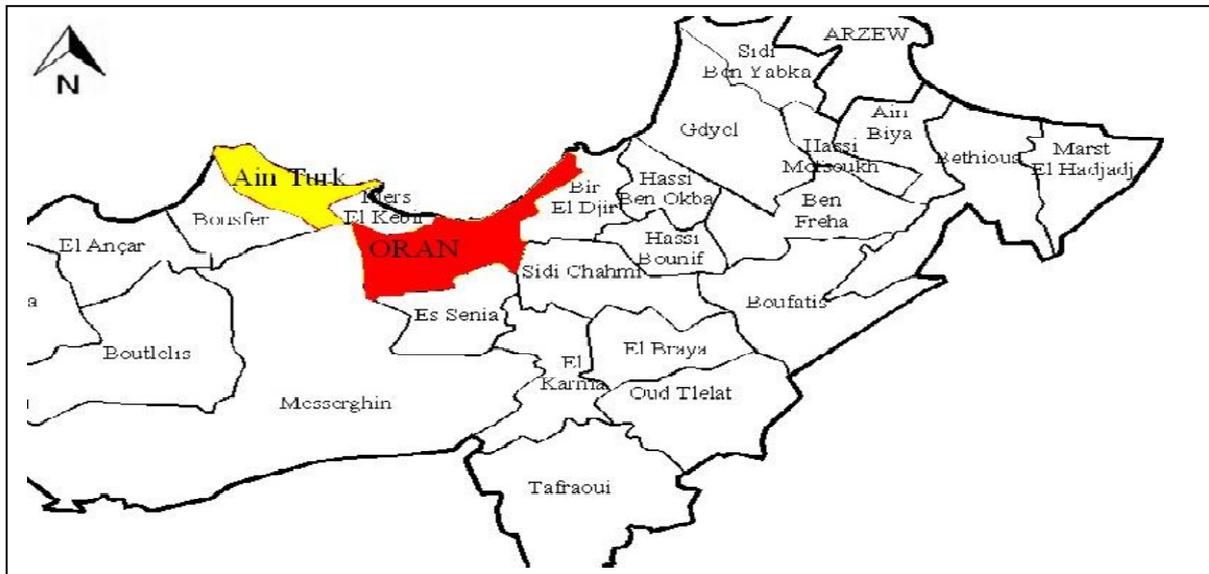


Figure I-1: Carte de la situation administrative de la wilaya d'Oran (Wikipédia)



Figure I-2: Vue satellitaire du réseau routier (googlemaps)

I.2- Localisation de la zone du projet

I.2.1- Situation du périmètre

Le projet d'étude d'exploitation des eaux usées épurées de la STEP d'AIN EL TURCK pour l'irrigation de périmètre du domaine SI TARIK s'étendant sur une superficie totale de 465 ha.

Géographiquement, il est situé non loin et à côté de la base aérienne de BOUSFER, à 6 km au Sud –Est de la station d'épuration et au Nord du village de BOUSFER.

La partie amont du périmètre fait partie de la commune d'AIN EL TURCK et la partie aval fait partie de la commune de BOUSFER.



Figure I-3: Délimitation de la zone d'étude (google earth)

I.2.2-Limites du périmètre

Selon toujours l'agrandissement au 1/25000, le périmètre a pour limites :

- Au Nord : CW n° 84 et la commune d'Ain El Turck.
- Au Sud : village Bousfer
- A l'est : CW n° 44
- A l'ouest : CW n° 20 et la base aérienne.

Tableau I.1- Les coordonnées Lambert sur l'agrandissement au 1/25000

Périmètre	Daïra	Commune	Superficie	Coordonnées Lambert
1-SI TARIK	Ain Turck	Bousfer et Ain Turck	400 ha	X1=697600 à 697700 Y1=3958300 à 3958600

I.2.3- Population de la zone d'étude

Le site de l'étude fait partie de deux communes, BOUSFER et AIN EI TURCK, La dominance de secteur du tourisme est quasi exclusive. Puis, il viendra le secteur agricole. Le nombre d'habitant de ces deux communes dépasse les 37.387 habitants répartis comme suit :

Tableau I.2 : Population de la zone d'étude

commune	Nombre d'habitant par sexe		total
	féminin	masculin	
BOUSFER	5652	5484	11.136
AIN EI TURCK	13269	12982	26.251
TOTAL	18.921	18466	37387

(Sources communes de Bousfer et Ain Turck)

I.2.4- Les critères du choix du périmètre

-L'absence de contrainte topographique

- Le périmètre se caractérise par un relief plat avec une légère pente qui permet une irrigation gravitaire facile (pente 0.7 %)

-La forme du périmètre est régulière.

- Eloignement moins par rapport à la station d'épuration

-L'existence des sites pour implantation des ouvrages d'irrigation

L'existence d'une chaîne montagneuse à proximité du périmètre permis l'implantation des différents ouvrages d'irrigation (réservoir de stockages.)

-Contrainte d'eau

Pour combler le déficit en eau d'irrigation dans cette zone, notamment en période de sécheresse, les eaux traitées par leur volume de plus en plus important se sont présentées comme une solution intéressante.

I.3- Données climatiques

I.3.1-Temperature moyenne

Les relevés climatologiques disponibles intéressent particulièrement la station d'Oran, dont l'extrapolation sur l'ensemble du bassin est admise avec quelques précautions. La répartition géographique des températures dans le bassin, montre aussi bien pour les valeurs extrêmes que pour les moyennes, deux contrastes thermiques remarquables, épousant l'orographie locale. La température moyenne est estimée à 17,40°C dont étant enregistré le maximum au mois de août de 25.5°C et le minimum au mois de janvier de 10,8°C.

Le tableau suivant résume les paramètres moyens thermiques estimés à la station d'Oran comme dans les autres stations avoisinantes, extraits des différentes séries d'observations météorologiques et des annuaires édités antérieurement.

Tableau I.3 : Répartition des températures de la station d'Oran période 1962-1998

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	moy
$T^{\circ}_{\text{moy}} (\text{°C})$	23,1	19,1	14,7	11,6	10,8	11,9	13,3	15,2	18,2	21,6	24,7	25,5	17,5
$T^{\circ}_{\text{max}} (\text{°C})$	30.6	25.6	17.3	13.8	16,6	15.2	19	22	26.5	31	31,7	32	12,7
$T^{\circ}_{\text{min}} (\text{°C})$	15,6	12,6	12,1	9,4	5	8,6	7,6	8,4	9,9	10,2	17,7	19	11,34

(Sources ANRH)

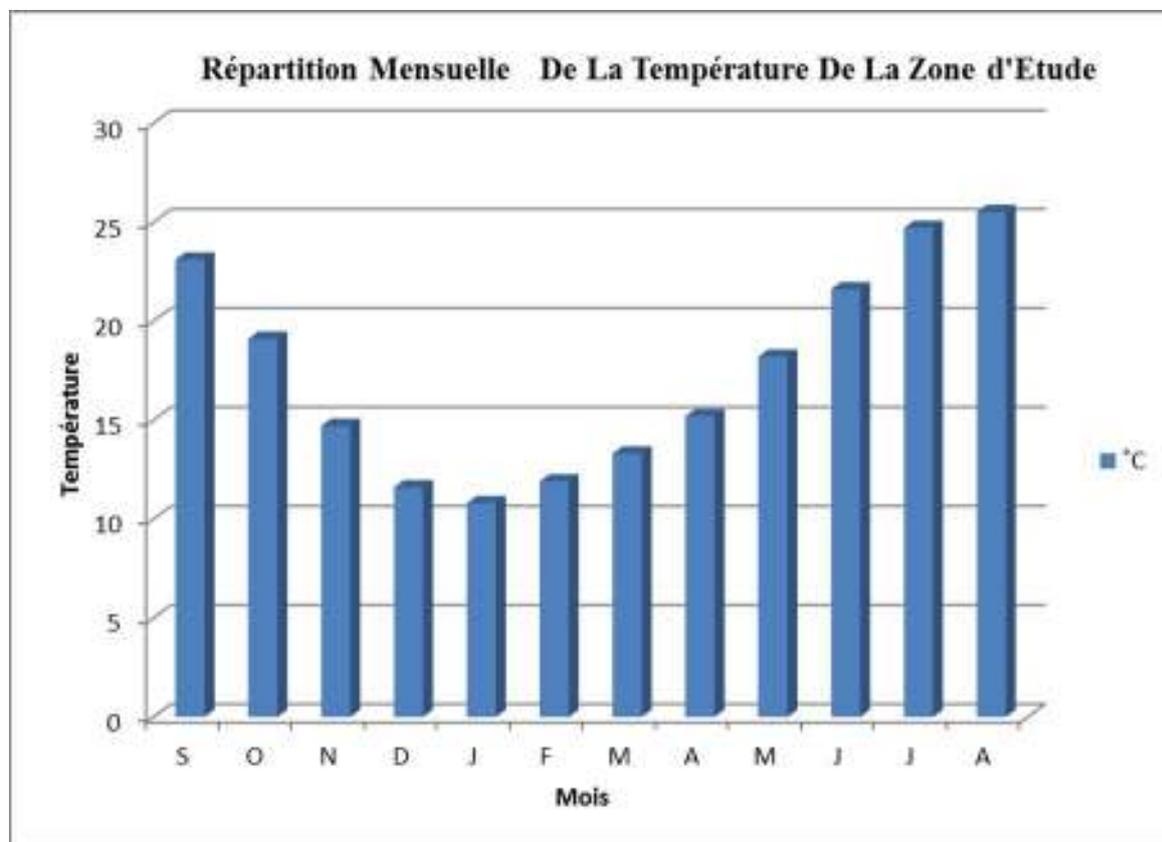


Figure I-4 : Histogramme de la température mensuelle de la zone d'étude

I.3.2-Evaporation potentielle

La répartition mensuelle illustre notamment le type de variations irrégulières dont les écarts par rapport à la moyenne sont nettement considérables pendant la journée. C'est l'effet caractéristique du climat continental qui agit directement sur le comportement des facteurs évaporants. La tranche d'eau évaporée annuellement sur une surface libre est estimée à près de 1222 mm

Tableau I.4 : Evaporation Potentielle enregistrée dans la région de Bousfer

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total
Evapo (mm)	130	86	56	42	43	54	85	110	138	154	168	156	1222

(Sources ANRH)

I.3.3-Pluviométrie

Le réseau pluviométrique, bien que peu étoffé, est cependant réparti d'une façon suffisamment satisfaisante pour évaluer, sans faire trop d'erreurs, les précipitations annuelles sur l'ensemble du bassin. Les données disponibles couvrent, en effet, une période longue pour la station de Bousfer, dont d'autres stations auxiliaires, situées à la périphérie du bassin étudié, ont été exploitées en termes d'extrapolation spatiale de la pluie. Comme les périodes diffèrent d'une station à l'autre pour estimer la pluviométrie annuelle, il a été étudié pour cette station l'évolution de ce paramètre pratiquement sur l'ensemble de phases humides et sèches sur la période 1978-2009, donnant la répartition mensuelle pluviométrique.

Tableau I.5 : Répartition Mensuelle de la pluviométrie de la Station de Bousfer Période (1978-2009)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total
P(mm)	17,1	27	49,5	46,4	44,6	55,1	59,7	50,7	35,8	5,1	2,29	4,18	398,9

(Sources ANRH)

I.3.4- Les vents

Le vent exerce une action directe sur le couvert végétal, il peut influencer le climat par sa charge en humidité

Direction ouest sud-ouest, c'est une légère brise les vitesses des vents varient entre 6,1 m/s et 4.1 m/s. leur fréquences maximums est entre avril et juin.

Tableau I.6 : Moyennes interannuelles du vent (station d'Oran port en (m/s))

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
V moy	5,8	5,8	5,7	6,1	5,8	6	5,5	5,4	5,1	4,5	5,1	4,1	5,5
V max	25,4	24	23	24,4	23,4	21,6	19,8	20,2	21	25,2	25	24,6	23,17
NBJ>20M/S	3,6	2,8	3,2	4,8	4,4	2,4	1,6	1,8	3,2	1,6	5	3,6	38

(Sources ANRH)

I.3.5- Humidité

En saison estivale, il y'a moins humidité, mais plus humide en saisons pluvieuses en raison des masses d'air très chargées en vapeur d'eau venant précipiter leur tribut de pluie directement sur le relief en montagne. L'humidité relative annuelle moyenne est évaluée respectivement à environ 69%.

On lit sur le graphe que l'humidité relative dans cette zone ne s'abaisse jamais, en toutes saisons, en dessous de 50%.

Tableau I.7: Répartition de l'humidité moyenne (période observation 1950- 2004)

Station	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jet	A	AN.
Oran-port	65	69	74	77	77	79	74	69	64	62	60	60	69
Oran-port	69			78			69			61			69
Saisons	Automne			Hiver			Printemps			Eté			

(Sources ANRH)

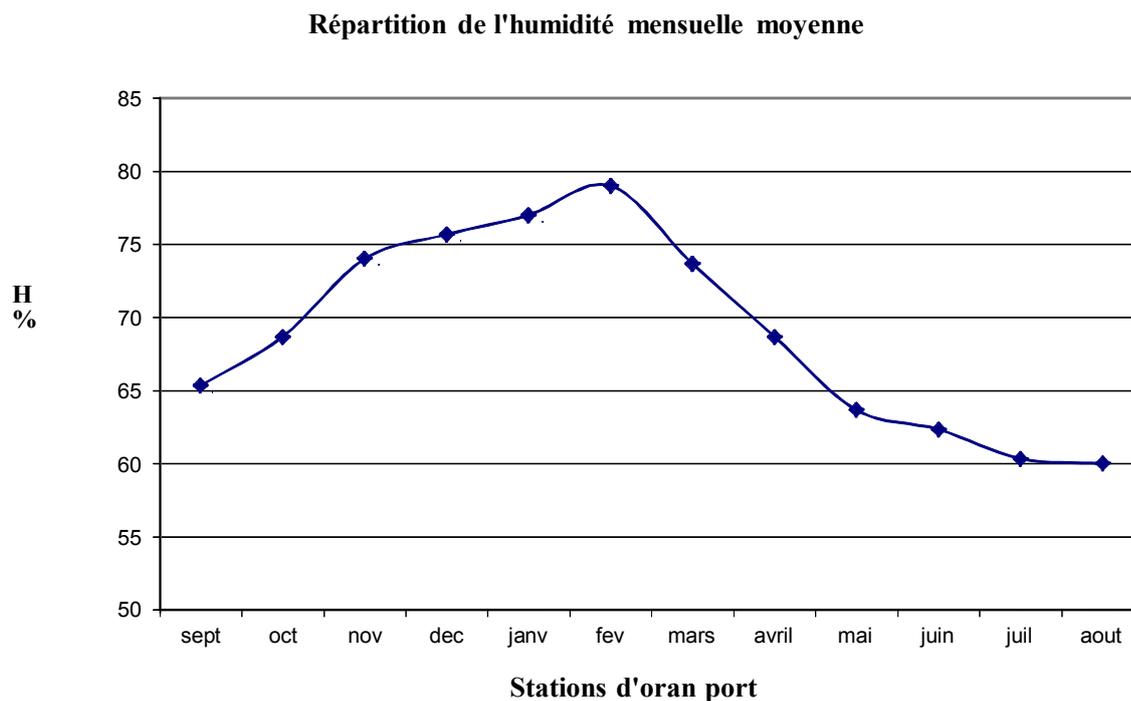


Figure I-5 Distribution mensuelle de l'humidité

I.3.6- L'insolation

Cette donnée est utile pour le calcul de l'évapotranspiration, qui conditionne les besoins en eau des cultures, d'une part, et d'autre part la durée d'ensoleillement est nécessaire pour la maturation des cultures.

La durée d'insolation est donnée au tableau en heures par mois. La moyenne journalière mensuelle d'insolation la plus faible est enregistrée en Décembre (5,87h), alors que la plus grande en Juillet (11h) : une moyenne de durée d'insolation journalière annuelle de 8.36h.

Tableau I.8 : Durée d'insolation (en heures)

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Année
min	209	177	127	154	147	175	182	234	277	268	314	292	
max	287	275	232	239	225	241	302	338	328	361	361	345	
moy	260	228	200	182	188	202	235	276	301	319	341	319	3051
Heur/jr	8.67	7.35	6.67	5.87	6.06	7.21	7.58	9.20	9.71	10.6	11.0	10.3	8.36

(Sources ANRH)

I.4-Classification du climat

I.4.1-Classification du climat selon l'indice de Mr MARTONE

L'indice d'aridité de MARTONE, donné par l'expression [1-1], est un paramètre qui permet la classification du climat, afin de nous renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation par rapport au climat. Voir tableau n°I.6.

$$I_A = \frac{P}{T + 10} \dots\dots\dots [1-1]$$

Avec : I_A : indice climatique.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (°C).

Tableau I.9 : Classification de climat selon Mr Martonne

VALEURS DE I	TYPE DE CLIMAT	IRRIGATION
$I < 5$	Désertique	Indispensable
$5 < I < 10$	Très sec	Indispensable
$10 < I < 20$	Sec	Souvent Indispensable
$20 < I < 30$	Relativement humide	Parfois utile
$I > 30$	Humide	Inutile

Pour : $P = 398.9 \text{ mm}$ $T = 17.4^\circ\text{C}$

On aura :
$$I = \frac{398.9}{17.4 + 10} \approx 14,56$$

$I_A = 14,56$ donc $10 < I_A \leq 20$

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

I.4.2-Classification du climat selon diagramme de Mr EMBERGER

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER s'exprime par la formule suivant

$$Q = \frac{P}{M^2 - m^2} \dots\dots\dots [1.2]$$

Q : coefficient pluviométrique d'EMBERGER.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

M : moyenne des températures maximales (Kelvin).

m : moyenne des températures minimales (Kelvin).

$$M = 32 + 273 = 305 \text{ K} \dots\dots\dots [1.3]$$

$$m = 5 + 273 = 278 \text{ K} \dots\dots\dots [1.4]$$

A.N :

$$Q = 2000 \cdot \frac{398,9}{(305)^2 - (278)^2} = 50,68$$

*D'après le diagramme bioclimatique d'EMBERGER (voir Figure [I.6]), on peut dire que le climat de notre région est un climat semi-aride.

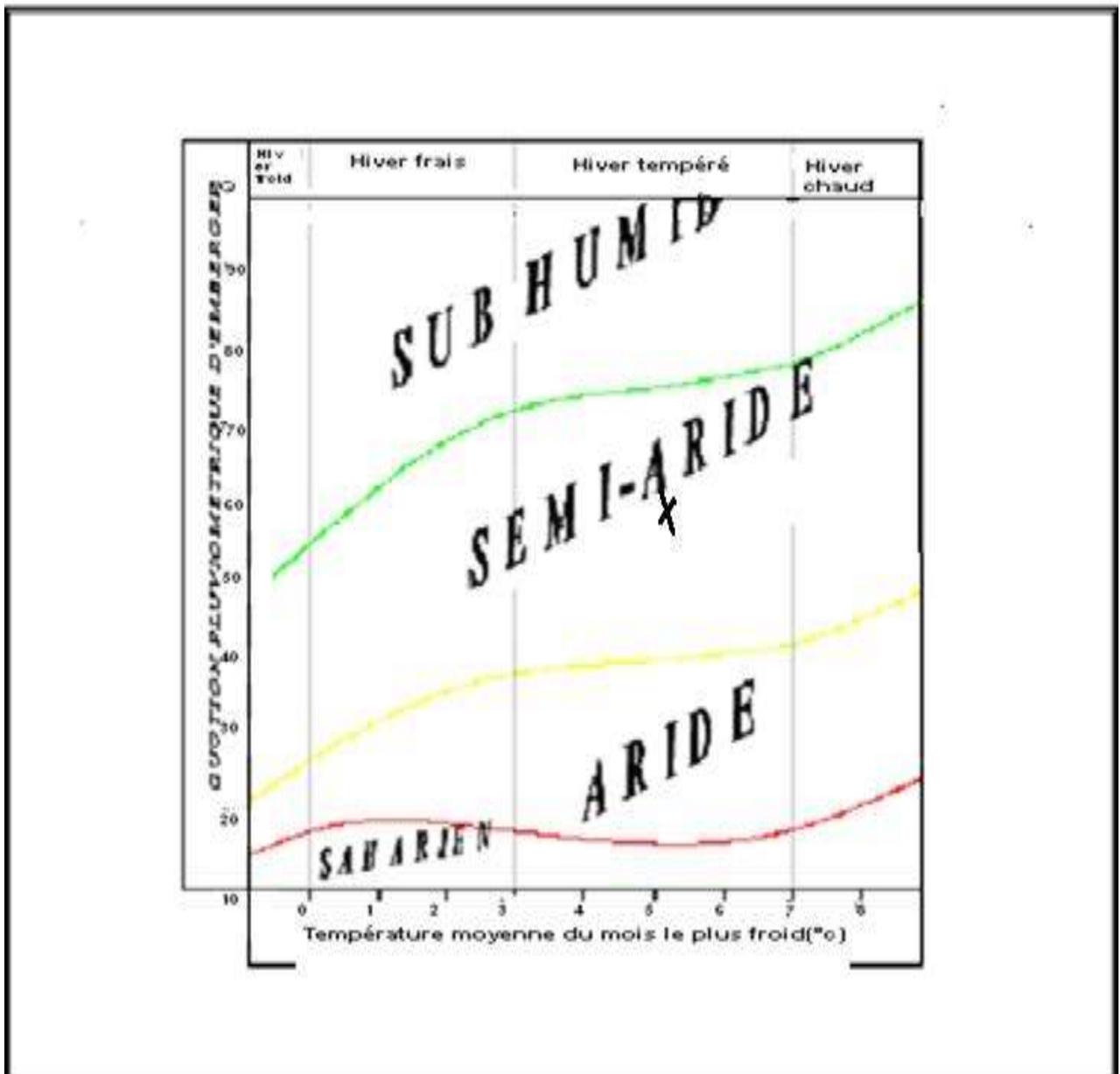


Figure I.6: Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

I.4.3-Classification du climat selon pluviothermique de Gausсен

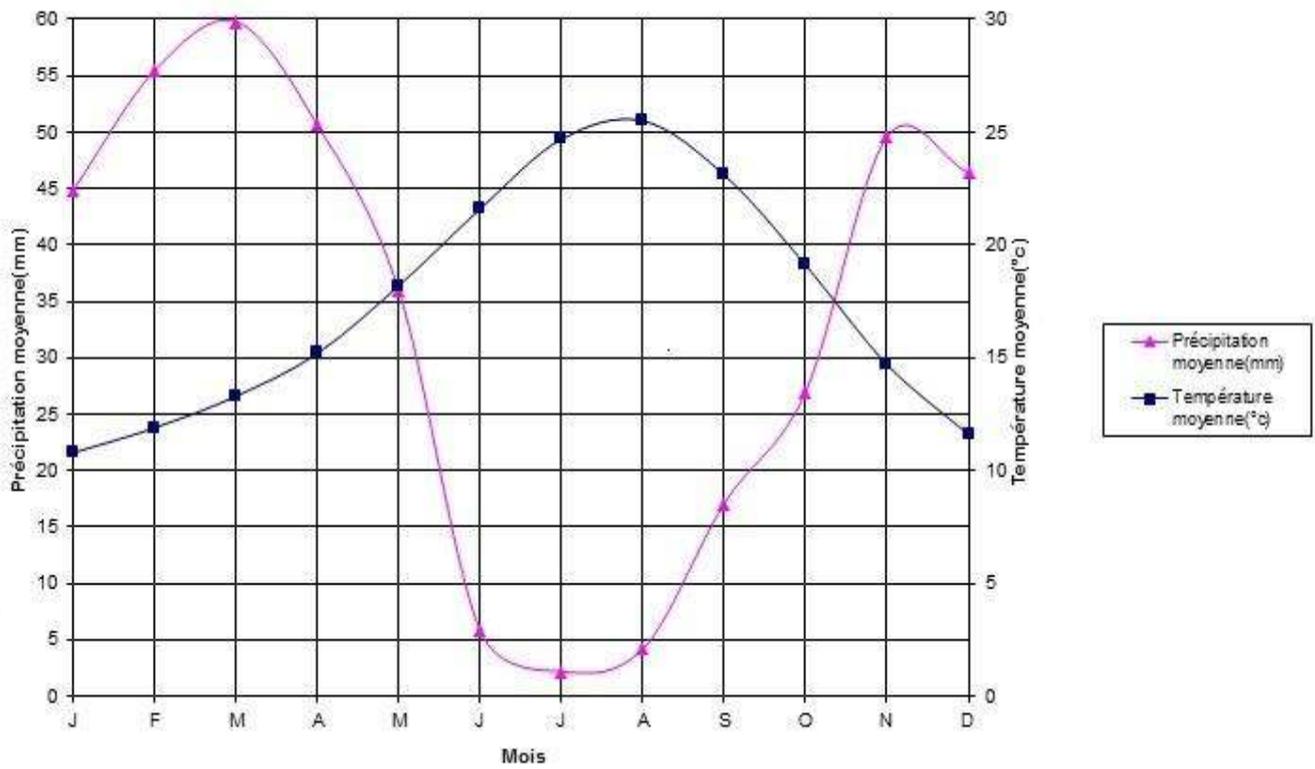


Figure I-7: Climogramme pluviothermique de GAUSSEN

La période sèche s'étend sur plus de 5 mois ce qui confirme le caractère semi-aride de cette zone

Conclusion

D'après la situation géographique et les données exposées à travers ce chapitre, Ainsi les graphes élaborés pour illustrer les variations du climat au sein de la zone étudiée .La zone d'étude est située dans l'étage bioclimatique semi-aride supérieur caractérisé par un hiver tempéré, et cela suivant le diagramme pluviothermique d'EMBERGER

CHAPITRE II :

**PRESENTATION DE LA STEP ET LA
QUALITE DES EAUX**

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 d'Ain Turck

II.1.1- Localisation

Le site de la STEP est situé à proximité de Falcon, à environ 1.5 km du sud ouest et à 3 km au nord-ouest d'Ain Turck, elle est implantée sur un site qu'il fait parti de la zone militaire d'Ain El Turck.

La station d'épuration est sous la maîtrise d'ouvrages de la direction de l'hydraulique de la wilaya d'Oran.

Un point représentatif du site a pour coordonnées Lambert suivants :

$$X = 697500,00 \text{ m} \quad Y = 3958900,00 \text{ m} \quad Z = 88 \text{ m}$$

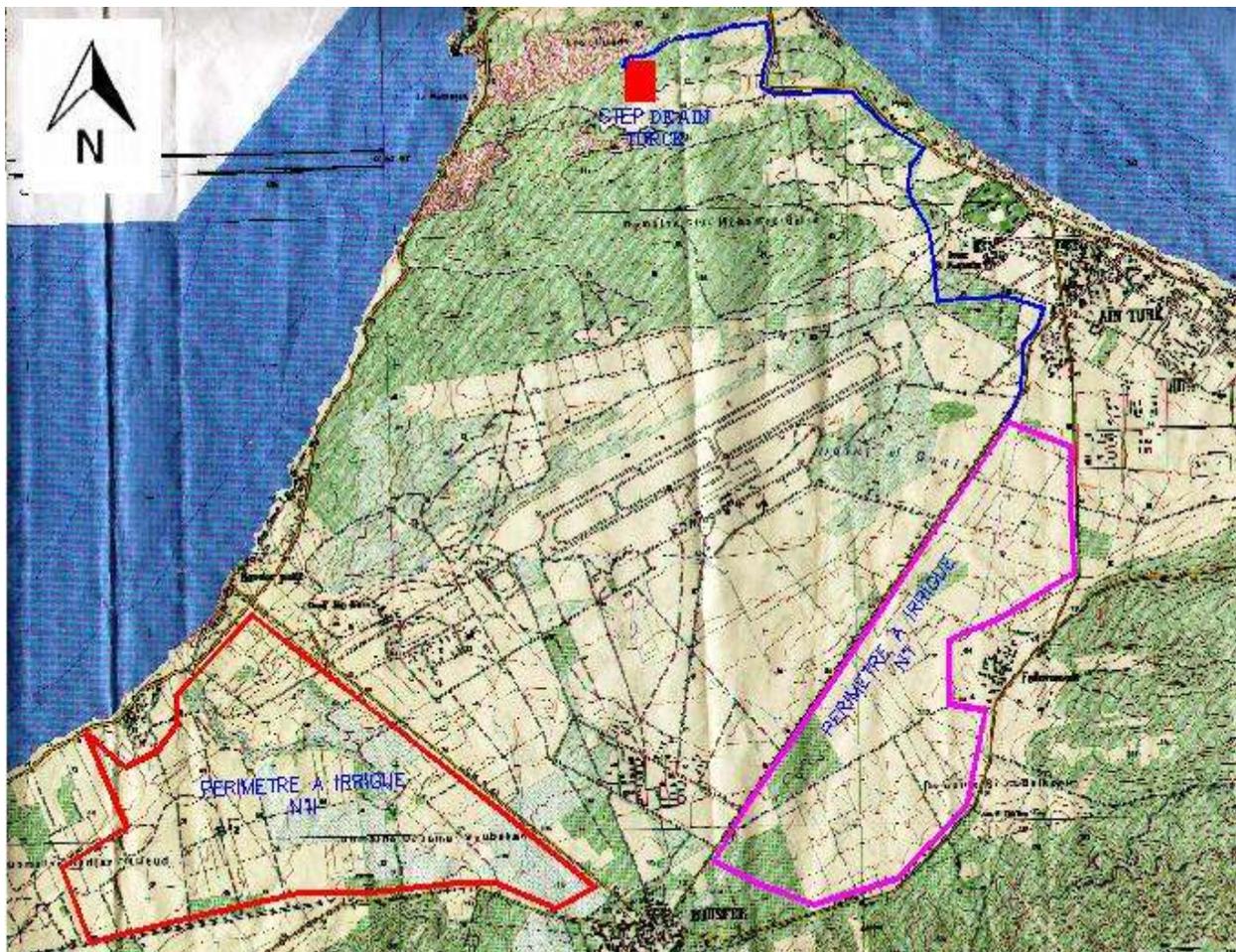


Figure II.1: Localisation de la STEP et délimitation des périmètres(google earth)

II.1.2- Relief

Le choix du site d'implantation sur le terrain mis à disposition a été dicté par les critères suivants :

- La topographie du terrain :

Le terrain est considéré comme n'étant pas inondable.

Les limites du terrain mis à disposition pour la construction des ouvrages se situent entre les cotes 90 m et 75 m.

Les équipements électroniques et électriques sensibles sont protégés des plus hautes eaux fixées à la cote 75 m.

Les effluents sont acheminés à la station depuis le point de rejet existant par une canalisation DN 800 dont le fil d'eau à l'entrée de la station se situe à la cote 85 m.

- le calage de la station a été étudié de manière à ce qu'elle soit alimentée gravitairement depuis le point d'arrivée des eaux.

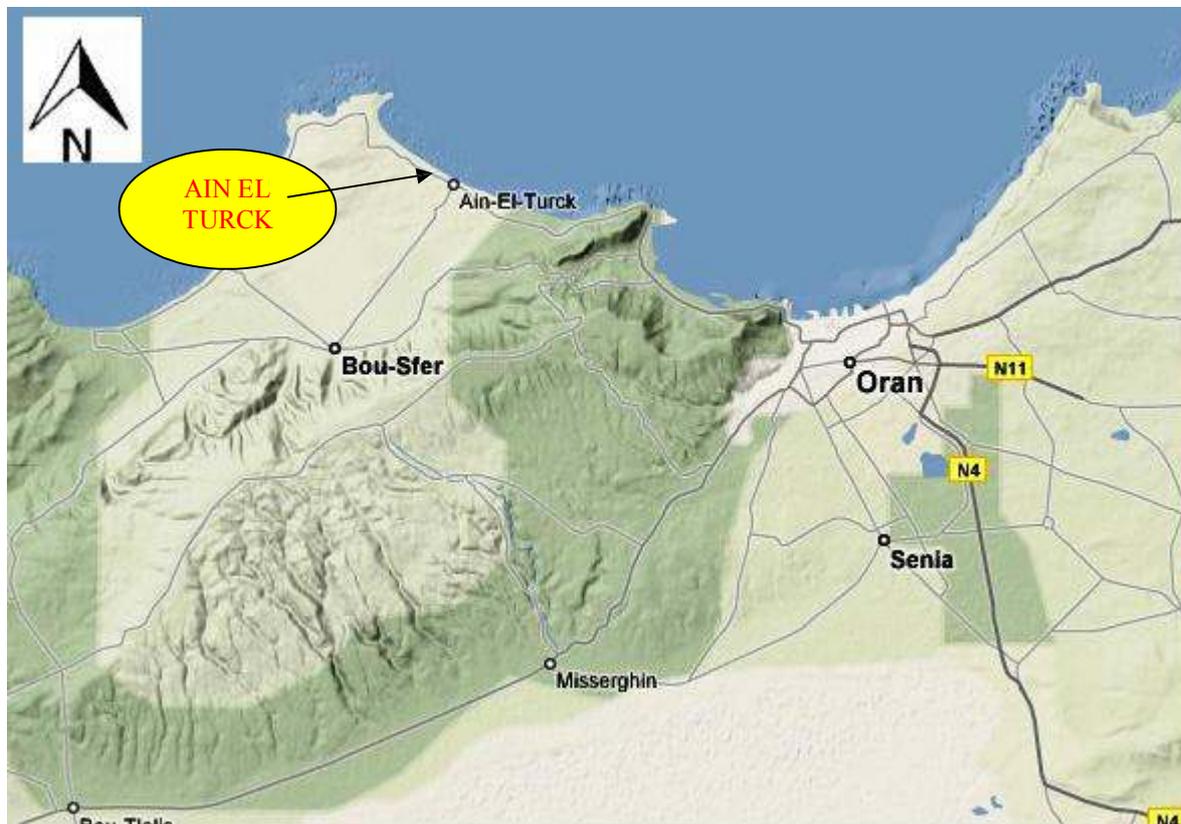


Figure II.2 : carte du relief (Oran nord)

II.1.3-Element d'appréciation sur la faisabilité du projet

Une mission de reconnaissance a été effectuée le 25/03/2008 aux différents sites de la zone d'étude en présence des services de l'hydraulique et de l'agriculture de la wilaya d'Oran, afin de procéder au choix du périmètre d'irrigation et d'apprécier les différents éléments sur la faisabilité du projet.

Les points ressortis sont les suivants :

1-Existance des ressources en sols

La prospection faite au niveau de la zone d'étude à engager deux périmètres irrigables, qui sont :

Périmètre I : il s'appelle le domaine SI TARIK, se situe à environ 6 km de la STEP, il s'étale sur une superficie de 450ha. Il est devisé en 03 sous domaine.

Il fait partie de la commune d'Ain El Turck et la commune de Bousfer.

Périmètre II : il englobe deux domaines, domaine Boubaker, et domaine Hadjazi Miloud, il est plus éloigné de la STEP, par rapport au premier (à environ 15 km de la station d'épuration, il s'étale sur une superficie qui dépasse les 500 ha,

Une partie du périmètre fait partie de la commune de Bousfer et l'autre partie de la commune d'El Ançor.

2- L'absence de contrainte topographique

-Les deux périmètres se caractérisent par un relief plat avec une légère pente qui permet une irrigation gravitaire facile.

- le périmètre sera alimenté par pompage.

3- L'existence des sites pour implantation des ouvrages d'irrigation

L'existence d'une chaîne montagneuse à proximité du périmètre I permis l'implantation des différents ouvrages d'irrigation

4- contrainte d'eau

Pour combler le déficit en eau d'irrigation dans cette zone, notamment en période de sécheresse, les eaux traitées par leur volume de plus en plus important se sont présentées comme une solution intéressante.

II.1.4-Capacite de traitements

La station est dimensionnée pour satisfaire à la situation estimée pour 2030, sa capacité de traitement est de 30000 m³/j.

L'ensemble de l'installation est dimensionné pour un débit de pointe de 2000 l/h

Tableaux II.1: Capacité de traitement de la STEP à l'horizon de 2030

Horizon	2009	2015	2030
Volume journalier M3/J	10.000,00	15.000	30.000
Superficie irrigable (ha)	608	912	1825

(DHW D'ORAN)

NB : les besoins annuels moyens des cultures par ha est estimée à 6000 m³/ha

Données recueillies sur la station d'épuration sont les suivantes :

- Type de la station : station par boue activée.
- Volume journalier traité.....30.000m³/j (horizon 2030)
- Volume annuel.....10 950 000 m³/an.
- Besoin annuel moyen des cultures par ha6000 m³/ha
- Superficie irrigable à partir de la station1825 ha à l'horizon 2030

II.2-les effluents à traiter

II.2.1-l'origine des effluents à traiter

La station d'épuration de la commune d'AIN TURCK traite toutes les eaux usées de la ville.

Le réseau d'assainissement de la ville est du type séparatif, les eaux usées sont constituées par des effluents d'origine domestique ou par des effluents provenant de commerces .les effluents à traiter sont des effluents urbains.

II.2.2-syntheses et interprétations des caractéristiques des eaux usées à traiter

Tableaux II.2: Les concentrations des polluants à l'entrée sont les suivantes

paramètres	Concentration (mg/l)
MES décantages	365,00
DBO5	248,00
DCO	378,00
TKN	58.33
P	71 ,66

Sources (études, réalisation et exploitation d'une station d'épuration des eaux usées D'Ain El Turck-tomme2-STEREAU)

Interprétation : les effluents présenteront des caractéristiques conformes notamment :

1. Pour chaque ensemble de charges nominales et d'objectifs de traitement correspondant :

a) les poids journaliers de DBO5, DCO et MES reçus sont compris entre 33 et 100% des charges nominales respectives.

b) Lorsque ces éléments font l'objet de niveau de traitement à atteindre, les poids journaliers d'azote kjeldahl et de phosphore total sont compris entre 33% et 100 % des charges nominales en azote et phosphore,

c) Le débit horaire de pointe traité est inférieur ou égal au débit horaire nominal,

d) Le débit journalier est compris entre 33 et 100% du débit journalier nominal.

2. l'augmentation par rapport aux flux moyens admis sur les 5 jours précédents, des poids journaliers de pollution (DBO5, DCO, MES) reçus par l'installation un jour particulier, n'est pas supérieur à 100%.

L'augmentation par rapport aux flux moyens admis sur les 15jours précédents des poids journaliers de pollution NK reçus par l'installation un jour particulier, n'est pas supérieure à 50%

3. concentrations

a) Pour chaque ensemble de conditions nominales (charges, débit) et d'objectifs de traitement correspondant :

Les concentrations moyennes en DBO5, DCO, MES, NK et PT S sont comprises entre 33 % et 125 % des concentrations moyennes nominales correspondantes (rapport des charges nominales au débit journalier nominal)

b) la concentration moyenne en azote organique et ammoniacal kjedahl (rapport du poids journalier d'azote reçu au débit journalier) est inférieure à 100 mg/l.

c) la concentration moyenne en DCO (rapport du poids journalier de DCO reçu au débit journalier) mesuré sur échantillon décanté deux heures est inférieure ou égale à 750 mg/l, et le rapport DCO/DBO mesuré dans les mêmes conditions est inférieur ou égal à 2.7.

Afin de respecter les données d'entrée de la station d'Ain Turck, il est considéré que :

- 1) le rapport du poids journalier de DCO à celui d'azote kjeldahl est compris entre 6 et 20.
- 2) Le rapport du poids journalier de DCO à celui du phosphore total est compris entre 15 et 100

4. Autres conditions

L'influent à traiter est réputé satisfaisant aux conditions ci après pour tous échantillons moyen horaire :

- PH :compris entre 5.5 ET 8.5
- Température ;inférieure à 25°C
- RH :supérieur à 18 à l'arrivée du collecteur
- Cyanures libres (exprimés en CN).....inférieurs à 0.5mg/l
- Chrome hexavalents (exprimé en Cr)inférieur à 0.2 mg/l
- Somme des métaux lourds (Zn+Pb+Cd+Cr+Cu+Hg+Ni) inférieur à 10mg/l.
- Chacun des métaux Zn, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni.....inférieur à 2 mg/l
- Mercure (exprimé en Hg)..... inférieur à 0.2 mg/l
- Phénolsinférieur à 5 mg/l
- Hydrocarbures totauxinférieur à 30 mg/l
- L'absence d'effet d'inhibiteur de la nitrification ...supérieur à 20%.

En outre la variation de chlorures (exprimée en Cl) reste inférieure à 500 mg /l au cours de 24 heures dans un bassin d'aération

La température des eaux usées n'est pas inférieure à 12°C en moyenne hebdomadaire et le rapport de l'alcalinité de l'influent, exprimé en masse de Ca CO₃, à l'azote à nitrifier et dénitrifier n'est pas inférieur à 3.5 en moyenne journalière,

Le non respect de ces conditions n'étant toutefois opposable que pour la teneur en azote de l'effluent rejeté.

II.2.3- Caractéristiques de l'effluent traité

La future station d'épuration garantira les qualités des rejets indiqués dans le tableau ci-après.

Tableaux II.3: Les concentrations des rejets

	Unités	Niveau requis par le DCE	garantie STEREAU
DBO5	Mg/l	30	30
DCO	Mg/l	90	90
MES	Mg/l	30	30
NTK	Mg/l	10	10
NGL	Mg/l	aucun	20
Pt	Mg/l	2	2

Sources (documents DHW Oran)

II.2.4- Boues et déchets

- Siccité des boues digérées (nom applicable>à 25%
- Siccité des boues après filtres bandes>à 16+/-2%
- (ou 80 % de la siccité limite mesurée à 4 bars)
- Compactage des refus de dégrillage>40+/-5% DE MS et réduction du volume >60+/-5%.
- Matières organiques des sables lavés<5%.

II.2.5- Caractéristiques physique –chimiques de l'eau usée avant traitement :

Les prélèvements ont été effectués au courant du mois de décembre pendant les journées du 16/12/06 au 30/12/06, matin à 08 heures et 20 heures.

Les résultats des analyses obtenus sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Tableaux II.4: Les résultats des analyses de l'eau usée avant traitement

paramètres	symbole	unité	Valeurs maximales	Valeurs minimales	Valeurs moyennes
Indice PH	PH		7.11	6.56	6.84
Conductivité	CE	ms/cm	2509	2200	2354.5
T.A.C	/	meq/l	3.79	2	2.90
Chlorures mg/l	Cl	Mg/l	701.3	508.40	604.85
sulfures	S	Mg/l	0.0001	0.0008	0.00045
M.E.S à 105°C(mg/l)	M.E.S	mg/l)	1201.50	512.2	856.85
DCO	DCO	Mg/l O2	700	228	464
DBO5	DBO5	MG/1 O2	360	123	241.5
Phosphore total	P total	Mg/l	45.22	27.36	36.29
Phosphore soluble	P soluble	Mg/l	41.13	24.99	33.06
phosphates	PO4	Mg/l	40.64	20.82	30.73
ammonium	NH4	Mg/l	63.40	38.2	50.8
Azote kjeldhal	N	Mg/l	67.10	42.6	54.85
chrome	Cr	Mg/l	0.4418	0.2097	0.3257
zinc	Zn	Mg/l	2.73	0.9977	1.8686
Nikel	Ni	Mg/l	0.0781	0.0446	0.06135
mercure	Mg	Mg/l	0.0093	0.0007	0.005
fer	Fe	Mg/l	0.7487	0.3629	0.5558
cadmium	Cd	Mg/l	0.5230	0.2289	0.3759

Sources (documents CPP - analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées d'Ain Turck)

II.2.6-Reutilisation des eaux traitées pour l'irrigation.

□ Mode d'utilisation

La demande d'eau réutilisée peut être permanente ou temporaire.

Elle dépend essentiellement du type de climat (existence ou non de période bien individualisée de déficit en eau du sol).

□ Demande d'eau

La demande d'eau du point de vue qualitatif est conditionnée par :

- le climat (ensoleillement, précipitation, température et vents).
- Le sol (permutabilité, qualité, salinité, disposition pour le colmatage).
- Adaptation des cultures.
- Méthodes de cultures.
- Prescription sanitaires (pour éviter les risques de toxicité chimique et bactériologique des consommateurs du personnel d'exploitation et du voisinage immédiat dans l'air et dans le sol ou dans la nappe souterraine.
- Qualité de l'eau à utiliser.

II.2.7-norme de qualité d'eau usée épurée apte à la réutilisation en irrigation (normes OMS, FAO)

La réutilisation, pour l'irrigation des eaux usées épurées obéit à une norme de qualité, largement inspirée des recommandations de l'OMS.

Tableaux II.5: Norme de qualité d'eau usée épurée apte à la réutilisation en irrigation (normes OMS, FAO)

paramètres	symbole	unité	Valeurs maximales
Indice PH	PH		5.5 à 8.5
température	T°	C°	30
Conductivité électrique	CE	µS/cm	7000
phosphates	PO4	Mg/l	02
ammonium	NH4	Mg/l	
Matières en suspension à 105 c°	M.E.S	Mg/l	30
Demande chimique en oxygène	D.C.O	Mg/l	120
Demande biochimiques en oxygène	D.B.O5	Mg/l	40
Huiles et graisses	/	Mg /l	20
hydrocarbures	/	Mg/l	20
Pesticides organochlorés	/	Mg/l	0.05
cadmium	Cd	Mg/l	0.2
Chrome 3+	Cr	Mg/l	3
Chrome 6+	Cr	Mg/l	0.1
cuivre	cu	Mg/l	03
plomb	pb	Mg/l	01
Nikel	Ni	Mg/l	05
arsenic	As	Mg/l	0.5

zinc	zn	Mg/l	05
bore	B	Mg/l	3
cobalt	Co	Mg/l	0.1
fer	Fe	Mg/l	5
manganèse	Mn	Mg/l	0.5
mercure	Mg	Mg/l	0.001

Sources (décret exécutif n° 93-160 DU 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluent liquide- JORADP).

II.3-Principaux critères de qualité à respecter pour l'irrigation.

Le décret n° 89-1047 du 28 juillet 1989 modifié par le décret n°936447 du 13 décembre 1993, fixant les conditions d'utilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles stipule entre autres ce qui suit :

- **Article 05** : l'utilisation des eaux usées est interdite pour l'irrigation des cultures maraîchères dont les produit peuvent être contaminées par suite de l'irrigation des cultures à partir des dites eaux, ainsi que pour l'irrigation des cultures maraîchères dont les produit sont consommables crus.
- **Article 06** : le pâturage direct est prohibé dans les parcelles irriguées par les eaux usées traitées.
- **Article 10** : les périmètres irrigués par aspersion doivent être suffisamment éloignés des routes agglomérations et puis de surfaces destinées à l'alimentation en eau potable.

II.3.1-Criteres de stockage et des distributions

- Les organismes distributeurs sont tenus de maintenir éloignés les ouvrages d'eau potable et d'éviter toute interconnexion éventuelle entres les réseaux concernés.
- Les réseaux des eaux usées traitées sont à installer en aval et ou à un niveau inférieur des réseaux d'eau potable.
- Les bassins de stockage des eaux usées traitées doivent être clôturés et leur accès sera interdit au public.
- Les vannes, les bornes et les prises sur les réseaux de distribution des eaux usées doivent être protégées dans des chambres inviolable, portant sur un écriteau bien visible, de dimension minimales 20cm*20cm, la mention (eau non potable) en langue arabe et éventuellement tout autre signe normalisé signifiant que l'eau est impropre à la consommation.

II.3.2-Criteres d'irrigation

- L'irrigation des parcelles avec les eaux usées traitées doit être rationalisée pour éviter le gaspillage, la stagnation de l'eau et le développement des gîtes larvaires.

- Pour l'irrigation par aspersion, les conditions suivantes sont à respecter :
- L'irrigation des espaces verts doit être réalisée en dehors des heures d'ouverture au public.
- Les parcelles à irriguer sont à éloigner d'une distance minimale de cent mètres des habitations et des voies de communication publique. Elles doivent être entourées de rideaux de brise vent naturels ou artificiels afin d'éviter la propagation des aérosols.
- L'irrigation par aspersion ou par tout autre système mettant l'eau usée traitée en contact avec les fruits des arbres fruitiers est interdite.

II.3.3-Critere physico-chimique

II.3.3-1-Matières en suspension (M.E.S)

Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable, mais une présence excessive du M.E.S peut entraîner des difficultés de transport et de distribution des affluents ainsi que le bouchage des systèmes d'irrigation.

La plus grande part des micro-organismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES. Les particules en suspension, plus lourdes que l'eau, sont éliminées par décantation.

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.

La présence de matière organique dans les eaux usées ne constitue pas un obstacle à la réutilisation de ces eaux bien au contraire, elle contribue à la fertilité des sols. Les teneurs indiquées dans la littérature sur le sujet de réutilisation des eaux usées à des fins agricoles indiquent des valeurs limites comprises entre 20 et 30 mg/l qui correspondent en fait aux teneurs contenues dans un effluent urbain ayant subi un traitement secondaire.

- M.E.S < 30 mg/l ----- Irrigation localisée ou aspersion
- M.E.S > 30 mg/l ----- Irrigation à la raie ou par rigole

II.3.3-2-Substances nutritives

L'Azote, le phosphore, le potassium, les oligo-éléments, le zinc, le bore et le soufre, indispensables à la vie des végétaux, se trouvent en quantités appréciables, mais en proportion très variables par rapport aux besoins de la végétation, dans les eaux usées épurées.

Une lame d'eau résiduaire de 100 mm peut apporter à l'hectare :

- de 16 à 62 kg d'Azote
- de 02 à 69 kg de Potassium
- de 04 à 24 kg de Phosphore
- de 18 à 208 kg de Calcium
- de 09 à 100 kg de Magnésium
- de 27 à 182 kg de Sodium

Un contrôle périodique de la quantité des nutriments présentent dans l'effluent est nécessaire afin d'en tenir compte lors du calcul des besoins complémentaires en fertilisant afin d'éviter des effets néfastes aux cultures et à l'environnement.

Azote : on général, on craint l'excès de l'Azote pour deux principales raison :

- Contamination de la nappe
- Phénomène d'eutrophisation

En effet, dans certains cas défavorables, un apport d'Azote excédentaire par rapport aux cultures, peut provoquer dans un sol sableux très perméable la contamination des eaux souterraines, il est donc souhaitable que les apports d'Azote ne soient pas disproportionnés à l'assimilation par les cultures. Il est clair que la présence d'une nappe phréatique utilisée pour l'alimentation en eau des populations ou des animaux impose des contraintes qu'un projet de réutilisation d'effluents urbains doit prendre en compte

Et du point de vue culturel, un excès d'Azote provoque une perturbation de la production végétale, retarde la maturation de certaines cultures abricots, agrumes, avocats, la vigne par exemple, altère leur qualité, par une réduction de teneur en sucre des fruits, accentue la sensibilité des cultures aux maladies, la tendance à la verse pour les céréales et limite le développement des jeunes racines...etc. ...

Phosphore : Comme l'Azote l'excès du phosphore provoque le phénomène d'eutrophisation.

Définition d'eutrophisation :

L'eutrophisation est un enrichissement des eaux en substances nutritives qui abouti généralement à des modifications symptomatiques telles que la production accrue d'algues, dégradation de la pêche, détérioration de la qualité d'eau ainsi que tous les usages qui en sont faits, et maladies des plantes. Parmi les substances nutritives responsables du phénomène d'eutrophisation on cite l'Azote et le phosphore

Tableaux II.6: comparaison les éléments nutritifs des eaux usées par rapport aux normes de la qualité des eaux réutilisées :

Eléments nutritifs	Résultat analytique	Rendement	Résultat après épuration	Normes
Azote total mg/l	54,85	75%	13,71	2-15
Phosphate mg/l	36,29	95%	1,81	1-5

Les taux de rabattement donnent les résultats suivants après épuration de 13,71mg/l pour l'azote et 1.81 mg/l pour le phosphate.

II.3.3-3-Eléments traces :

Certains éléments traces sont nécessaires au développement des végétaux : le fer, le manganèse, le magnésium.

Les métaux lourds qui présentent les risques les plus notables sont le cadmium, le cuivre, le molybdène, le nickel et le zinc. Ils peuvent être toxiques pour les animaux et l'homme.

Il est à noter que pour les métaux lourds, ils ne sont à craindre que dans les zones industrialisées.

Tableaux II.7: Concentration maximale en éléments traces recommandés pour les eaux d'irrigation (AYERS et WESTTOT, 1985)

Eléments	Eaux utilisées en permanence tous types de sols	Utilisation allant jusqu'à 20 ans sur des sols à texture prie ayant un PH de 6 à 8,5 mg/l
Aluminium (AL)	5.0	20.00
Arsenic (AS)	0.1	2.00
Béryllium (Be)	0.1	0.50
Bore (B)	1	2.00
Cadmium (Cd)	0.01	0.05
Chrome (Cr)	0.10	1.00
Cobalt (Co)	0.05	5.00
Cuivre (Cu)	0.20	5.00
Fluorure (F)	1.00	15.00
Fer (Fe)	5.00	20.00
Plomb (Pb)	5.00	10.00
Lithium (Li)	2.50	2.50
Manganèse (Mn)	0.20	10.00
Molybdène (Mo)	0.01	0.05
Nickel (Ni)	0.20	2.00
Sélénium (Se)	0.02	0.02
Vanadium (V)	0.20	1.00
Zinc (Zn)	2.00	10.00

II.4-Qualite de l'eau d'irrigation

Lorsqu'on veut réaliser un aménagement hydro agricole, l'un des chapitres les plus importants qu'il ne faut pas négliger est celui de la qualité des eaux d'irrigation. Si cette eau est médiocre comme c'est le cas des eaux usées, il faut prendre le problème bien au sérieux et ne pas se limiter à une analyse superficielle.

II.4.1-Effets des sels et du sodium sur la plante et sur le sol

Les résultats analytiques montrent que la conductivité électrique des eaux traitées est de l'ordre de 2354 micromhos/cm à 25 °C, donc c'est une eau moyennement chargée en sels solubles. Ces derniers proviennent des éléments nutritifs existant dans les eaux usées traitées. Le sol présente une salinité faible et afin d'éviter le risque de la salinité, on recommande au agriculteur de procéder au labour profond pour faciliter le lessivage et d'éviter l'augmentation des sels par le temps et le colmatage des éléments en suspension.

II.4.2-Salinité

Le principal critère d'évaluation de la qualité d'une eau naturelle, dans la perspective d'un projet d'irrigation, est sa concentration totale en sels solubles dans l'eau traitée.

La connaissance de la conductivité électrique, permet de classer les eaux d'irrigation en 04 classes représentées dans le tableau suivant

Tableaux II.8:Classification des eaux d'irrigation

C.E *10 ³ mmhos/cm	APPRECIATION
< 0.25	C1 : Eau faiblement saline, peut être utilisée pour irriguer la plupart des cultures sur la plupart des sols.
0.25 - 0.75	C2 : Eau moyennement saline, peut être utilisée si un lessivage moyen intervient.
0.75 -2.25	C3 : Eau fortement saline, peut être utilisée si un lessivage du sol et culture totalement en sel.
2.25- 5	C4 : Eau très fortement saline, ne convient pas à l'irrigation dans la canalisation ordinaire.

Tableaux II.9: Seuils de résistance de quelques plantes cultivées à la salinité

C.E mmhos/cm à 25°c	Plantes
12	Dattier
8	Orge, betterave à sucre, artichaut
4	Betterave fourragère, chou, soja, maïs, tournesol, avoine, luzerne, épinard, ray Grass,
3	Figuier, olivier, vigne, tomate, chou-fleur, concombre, pomme de terre, oignon, ail, carotte, navet, laitue
2	Pommier, poirier, prunier, amandier, abricotier, pêcher
1.5	fraisier

II.4.3-Chlorure de sodium

Les chlorures et le sodium peuvent également poser problème notamment en bord de mer, quand les réseaux d'égout drainent des eaux phréatiques saumâtres.

Certaines cultures, comme la vigne, les agrumes, les noyers et les haricots et d'une manière générale, les fruits à pépins et à noyaux sont sensibles à des concentrations relativement faibles en Na.

Concentrations en NaCl (mg/l) à partir desquelles on observe des brûlures des feuilles

Tableaux II.10:Seuils des brûlures par les Na cl

< 5	5 - 10	10 - 20	> 20
Amandier	Raisin Pomme	Orge Blé	Chaux fleur
Abricotier	de terre	Concombre	Betterave sucré
Agrumes	Tomates	Sogha	Tournesol
Prunier	Gazons		

Quand les eaux réutilisées ont été chlorées et que le résiduel en chlore est trop élevé au moment de l'irrigation, il faut stocker l'eau dans un réservoir ouvert pendant quelques heures. Une teneur en chlore résiduel inférieur à 1 mg/l est sans danger pour le ferrailage, mais une concentration supérieure à 5 mg/l serait néfaste aux cultures si on utilise le système d'irrigation pour aspersion.

II.4.4-Le bore

Dans les eaux usées, le bore provient des lessives et des rejets industriels.

Lorsque sa concentration dépasse 1 mg/l, il peut être toxique pour les plantes les plus sensibles.

Tableaux II.11: Concentration maximale en Bore dans l'eau d'arrosage

Sensible 0,3 - 1 mg de B/l	Tolérance moy. 1-2 mg B/l	Tolérance 2-4 mg de B/l
Agrumes	Poivron	Carotte
Abricotier	Avoine	Laitue
Pêcher	Petit Pois	Choux
Cerisier	Maïs	Navet
Figuier	Blé	Oignon
Raisins	Orge	Luzerne
Pommier	Radis	Betteraves
Artichaut	Tomates	Asperge
	Tournesol	

(Source : Shainberg et Aster 1978)

II.4.5-Sodisation

L'accumulation de sodium sur le complexe absorbant des sols peut dégrader les propriétés physiques des sols.

Un excès de sodium par rapport aux alcaline - teneur (calcaire, magnésium) dans le complexe absorbant provoque un dé flocculation des argiles.

Ainsi, les risques de sodisation sont caractérisés par deux paramètres : le SAR (Sodium Absorption Ratio) et la conductivité électrique.

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^+}{(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})^{1/2}} \quad (\text{Na}^+, \text{Ca}^{++}, \text{Mg}^{++} \text{ en meq/l})$$

Une minéralisation élevée des eaux a un **S.A.R.** important et peut avoir des effets néfastes sur le sol, altération de la structure de celui-ci entraînant une réduction de la perméabilité

II.5-La filière de traitement

Quatre critères fondamentaux ont servi de cadre au choix de la filière de traitement :

- Respecter en permanence les niveaux de rejets fixés en évitant la dénitrification << sauvage >> dans les clarificateurs.
- Intégrer le caractère balnéaire d'Ain El Turck en concevrant une installation capable de s'adapter aux variations saisonnières de charge pouvant arriver sur la station.
- Permettre une exploitation souple et rationnelle n'entraînant pas des coûts de fonctionnement élevés d'où la recherche du meilleur rapport « qualité –prix >> Sans pour cela nuire à l'hygiène et à la sécurité des conditions de travail.
- S'insérer au mieux dans le site aussi bien en ce qui concerne l'aspect architectural que les éventuelles nuisances sonores et olfactives.

L'épuration biologique est l'étape essentielle du traitement car elle doit permettre :

- L'élimination de la pollution carbonée,
- La nitrification de la pollution azotée par transformation de l'azote organique et de l'azote ammoniacal en nitrites puis en nitrates,
- La dénitrification afin d'éliminer l'azote contenu dans les nitrites et les nitrates en le transformant en azote gazeux rejeté vers l'atmosphère,
- L'élimination des substances phosphorées.

II.5.1-Un traitement plus pousse de l'azote

Il est indispensable de dénitrifier l'effluent, et ce pour plusieurs raisons :

- Si la dénitrification n'est pas maîtrisée au niveau des réacteurs biologiques, une dénitrification non contrôlée va se produire dans les clarificateurs, avec pour conséquence la production de flottants (entraînés par des bulles d'azote gazeux) et des dépôts de boue.

L'effluent dans ce cas ne peut plus respecter les normes de rejet.

- La présence de nitrates dans l'effluent est responsable de l'eutrophisation du milieu récepteur.
- Un excès d'azote dans l'effluent utiliser en irrigation peut entraîner des problèmes de développement des plantes et une pollution des eaux souterraines par les nitrates.
- La désinfection par chloration d'un effluent contenant de l'azote provoque la formation de sous produits, les chloramines, au pouvoir désinfectant 30 à 50 fois moins important que le chlore, De plus, l'apport journalier d'oxygène rétrocedé par la dénitrification se déduit de la demande journalière en oxygènes, ce qui permet de minimiser la consommation d'énergie de la station.

L'objectif est donc d'obtenir un faible niveau de nitrates au rejet et donc en sortie de bassin d'aération, pour :

- Respecter une faible teneur en azote global en rejet,
- Eviter toute dénitrification dans la clarification,
- Maintenir un fonctionnement efficace de l'anaérobiose

II.5.2-Un traitement mixte en phosphore

La déphosphoration biologique qui présente par rapport à la précédente des avantages décisifs :
-une économie de réactifs
-une surproduction de boues négligeable.

II.6-Description du procédé et le principe de fonctionnement

II.6.1-Arrivée des eaux brutes

Par temps de pluie, l'excédent de débit déverse dans le bassin naturel avec rejet en mer. Ceci est prévu sur un ouvrage de réception extérieur avec déversoir d'orage. Le débit de pointe admis sur la station est de 2000 l/h,
Un piège à sable est prévu à l'entrée de la station, à l'amont du dégriffeur grossier.

II.6.2-Dégrillage grossier

Le nettoyage automatique du dé grilleur et le transport des déchets sont commandés par :

- La mesure de la différence de niveau entre l'amont et l'aval de l'appareil.
- Le séquenceur de temps programmable pour un fonctionnement pré-réglé tout au long de la journée, ce qui assure un nettoyage des grilles même pendant les périodes de faible débit.

Le dé grilleur est isolable par batardeaux afin de permettre l'intervention du personnel d'exploitation.

En cas de problème sur dégrilleurs, la totalité du débit est envoyée vers un canal de secours.

II.6.3-Dégrillage fin

Le nettoyage automatique du dé grilleur et le transport des déchets sont commandés par :

- La mesure de la différence de niveau entre l'amont et l'aval de l'appareil.
- Le séquenceur de temps programmable pour un fonctionnement pré-réglé tout au long de la journée, ce qui assure un nettoyage des grilles même pendant les périodes de faible débit.

Les dégrilleurs sont isolables individuellement par des vannes murales à commande manuelle afin de permettre l'intervention du personnel d'exploitation.

En cas de problème sur un dégriffeur automatique, la totalité du débit peut transiter par le second dé grilleur (mode dégradé).

Il est prévu un by-pass du dégrillage fin.

Un canal de compactage est installé à l'aval du dégrillage avec un débitmètre, permettant d'effectuer une mesure de débit en écoulement libre des effluents entrant à la station.

II.6.4- Traitement des refus de dégrillage

Le refus de grille issue de l'étape de dégrillage est transporté par un convoyeur à déchets vers l'appareil de compactage.

L'ensemble de ces équipements est asservi à la marche de l'étape de dégrillage.

En cas de d'arrêt du compacteur des refus de grille, une goulotte peut permettre l'alimentation directe de la benne.

II.6.5- dessablage déshuilage

Les graisses, entraînées par le mouvement de l'eau et par la diffusion d'air sous forme de micro bulle, s'accumulent à la surface de l'ouvrage avant d'être récupérées par raclage.

L'insufflation d'air est assurée par une aération mécanique de type Aeroflot. Le raclage de surface fonctionne en continu et oriente les graisses dans une fosse de reprise.

Un réseau d'eau industrielle permet de s'affranchir des problèmes liés à l'obstruction des goulottes de récupération des graisses.

Les sables et les particules lourdes décantent en fond d'ouvrage de forme conique .ceux ci sont repris, de manière séquencée, et envoyés vers l'unité de traitement des sables.

Le plan d'eau des dessaleurs –dégraisseurs est maintenu par des déversoirs disposés en aval. Ces déversoirs ont maintenu par des déversoirs disposés en aval. Ces déversoirs à seuils dénoyés assurent l'équipartition des débits et l'isolement aval des ouvrages.

La longueur de lame prévue permet de maintenir un raclage efficace des graisses, y compris lorsqu des ouvrages sont à l'arrêt. En cas d'arrêt d'un des ouvrages (opération de vidange), le débit peut passer sur l'ouvrage restant en service grâce à un isolement par batardeaux en amont.

II.6.6- traitement des sables

Les sables sont extraits directement de l'ouvrage de dessablage par pompage et envoyés vers le traitement des sables constitué par un laveur classificateur.

L'alimentation de cette station de lavage des sables s'effectue par une chambre vortex équipée d'un répartiteur à effet coanda .l'effet coanda permet de grandir une répartition parfaite du liquide dans l'ensemble du décanteur conique et donc un fonctionnement hydraulique idéal.

Les particules lourdes se déposent gravitaire ment dans la zone de sédimentation tan disque les particules légères sont entraînées par le courant et rejetées par sur verse.

Les éléments sédimentés (sables) se déposent sur un plateau perforé et fixe au dessus du fond du classificateur. Par ce plateau on injecte de l'eau à contre-courant pour assurer un lavage, un agitateur lent crée des turbulences et des frottements afin de décoller les matières organiques des parties minérales, les particules de sable décantent et restent dans le fond que dans le même temps les particules légères remontent à la surface.

Les matières organiques sont évacuées régulièrement vers la station d'épuration grâce à une vanne motorisée. le sable qui se dépose au fond constitue un ((gâteau)) dont la hauteur est détectée par un capteur .a la valeur requise cette sonde déclanche la mise en service de la vis d'évacuation .le transfert du sable du plateaux fixe à la vis se fait par l'intermédiaire d'une lumière cylindrique située au centre de l'appareil .la vis évacue le sable propre directement dans une benne .

II.6.7- Répartition des eaux prétraitées

L'ouvrage est composé d'une bache de réception des effluents et de lames déversantes réglables.un jeu de vannes permet d'isoler les ouvrages en aval

II.6.8- Bassin de contact

Le sélecteur biologique ,situé en têtü traitement biologique assure par mise en contact d'une partie des boues recirculées avec l'effluent brut, une charge carbonée élevée pour la biomasse, opérant ainsi une sélection dans les espèces vivantes .la mise en place de telles zones nécessite de

répartir le débit de recirculation de boues entre la zone de contact et la zone anaérobie .la réparation des débits recirculés est assurée au moyen de vannes placées sur les conduites .la zone de contact est équipée d'un agitateur rapide submersible relevable permettant l'homogénéisation de la biomasse

II.6.9- Bassin d'anaérobie

Cette zone reçoit les eaux issues de la zone de contact et la majeure partie des boues recirculées.il est nécessaire de maintenir une absence d'oxygène (libre ou lié) afin de stresser les bactéries qui vont naturellement dans un premier temps évacuer le phosphore (qui n'est plus nécessaire à leur métabolisme), dans un deuxième des le passage en azote aérée,sur assimiler le phosphore présent dans l'eau.

Celles-ci seront ensuite évacuées les boues en excès vers le traitement des boues circuler en tête de la zone anaérobie contiennent néanmoins des nitrates (NO₃) :
Les premiers mètres de cette zone serviront à dénitrification des nitrates présents permettant ainsi la création de vraies zones anaérobies.

II.6.10 bassin d'aération

La biomasse est mise en mouvement par des agitateurs lents à grandes pales. Ils permettent :

- De créer un courant dans le bassin .ainsi, lors des phases d'aération, l'ensemble de la biomasse est concerné. chaque fine bulle est ainsi successivement en contact
- avec une portion de liquide non saturée en oxygène .cela augmente la valeur du transfert d'oxygène et diminue d'autant la consommation énergétique
- De garder la biomasse homogène et ainsi de permettre le passage en phase anoxique de l'ensemble de la biomasse lors des arrêts de l'aération .la régulation d'apport en oxygène par la mesure du potentiel d'oxydoréduction est ainsi optimisée et fiabilisée.

Des diffuseurs d'air, se composés de plaques longitudinales recouvertes d'une membrane perforée et qui ne peuvent être colmatés, apportent l'oxygène nécessaire à la biomasse .ce système est donc parfaitement adapté à un fonctionnement de l'aération par syncopage.

Ces diffuseurs sont alimentés en air par des suppressesurs. Plutôt qu'une distribution générale de l'air en plancher.

II.6.11- centrale de production d'air

L'air est produit par les sur presseur de type ROOTS.

Bien adaptés à la taille de la station, ils présentent les avantages suivants :

- simplicité et robustesse.
- entretien très facile et peu fréquent.
- Adaptation aux variations de charge grâce à des moteurs bi –vitesse.
- Meilleur rapport qualité et prix.

Chaque fil de traitement est alimenté par deux suppressesurs. Un suppresseur en secours automatique permet de se substituer automatiquement à n'importe le quel des autres en cas de défaillance.

Afin de faciliter l'exploitation de l'installation et permettre une aération en adéquation avec la quantité de pollution entrante, 3 types d'asservissement des suppressesurs en étaient prévu :

- 1- asservissement par redox et oxygène.
- 2- asservissement sur capteurs d'oxygène.
- 3- asservissement sur horloge.

II.6.12- Dégazage –répartition

Les liqueurs mixtes transitent dans un ouvrage générant un courant ascendant et opérant une remontée des écumes à la surface grâce à l'hydraulique de l'ouvrage, les écumes sont évacuées par un racleur de surface et orientées dans la fosse à écumes la marche du racleur est séquentielle. Les écumes sont alors reprises par pompage pour envoi vers le traitement des boues. Pour obtenir un dégazage efficace il faut remplir deux conditions :

- limiter l'aération de lames déversantes en sortie de dégazage .en effet le dégazage permet d'éliminer les bulles d'air dissoutes.
- Dimensionner l'ouvrage avec une vitesse ascensionnelle correcte autorisant la remontée des écumes en surface .
- Une répartition sur lames déversantes permet d'égaliser les débits sur les ouvrages en aval.

II.6.13-clarificateur

L'opération est réalisée dans un ouvrage de forme circulaire, offrant les meilleures conditions hydrauliques,

Le floc constitué dans le bassin d'aération sédimente au fond de l'ouvrage et l'eau clarifiée est évacuée par une surverse située sur la périphérie de l'ouvrage .les boues sont évacuées par un pont à succion radiale.

Les boues déposées sur le radier de l'ouvrage sont reprises par des tubes suceurs raccordés aux racleurs en V.

Les boues piégées dans les racleurs remontent par simple pression hydrostatique dans les goulottes suspendues à la passerelle tournante, puis sont transférées dans la goulotte annulaire centrale par siphon.

L'évacuation des flottants s'effectue par la goulotte de reprise des boues. Une cloison siphonide dans le clarificateur permet d'éviter que les flottants passent par surverse avec l'eau traitée.

II.6.14- Recirculation des boues

Le débit de recirculation est asservi au débit d'eau entrant sur le traitement biologique.

Le taux de recirculation (débit recirculé/débit entrant) est une consigne introduite par l'exploitant sur la supervision en fonction de l'indice de boues (concentration des boues sortie clarificateur) et de la concentration à maintenir dans les bassins.

II.6.15- Déphosphoration physico –chimique

Une cuve en béton de 150 m³ permet la préparation d'une solution mère de sulfate d'alumine à partir de produit livré en noisettes.

Cette solution est diluée et injectée dans les bassins d'aération par l'intermédiaire de pompe doseuses fonctionnant sur table de temps.

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.

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 III :

**ETUDE GEOLOGIQUE ET
HYDROLOGIQUE**

III.1-Etude géologie

III.1.1-Aperçu géomorphologique de la plaine

A l'exception de la zone Sud au pied des collines, le périmètre est essentiellement une plaine plate à pente faible de l'amont vers l'aval, allant de Bousfer vers Ain-Turck.

La zone au pied des collines s'étend principalement de la chaîne montagneuse et au début du lit majeur du plain « début du charriage des affluents ». Elle est caractérisée par une pente assez régulière variant de 1% jusqu'à 2%.

La transition vers la plaine alluviale proprement dite est très nettement marquée par une rupture de pente très faible qui se présente en générale:

□ Au Nord : la mer et la ville de Ain-Turck avec une zone caractérisée par des sols peu évolués d'apport alluvial.

□ Au Sud : la chaîne montagneuse et parfois des sables dans les couloirs de direction des vents marins, cette zone est caractérisée par la présence des sols à minéraux bruts d'apports et d'érosion.

III.1.2-Etude du contexte géologique

La zone d'étude qui appartient au domaine tellien oriental, correspond au complexe dunaire de la plaine de BOUSFER –AIN TURCK. Il s'agit d'une cuvette Plio-quadernaire inclinée vers la mer, limitée au Sud par les contreforts du Djebel Murdjadjo, à l'Ouest par le mont des Andalouses, à l'Est par le Djebel Santo et au Nord par la mer méditerranée.

La plaine côtière oranaise correspond à une cuvette sédimentaire. Les schistes et calcschistes du jurassique et du crétacé tectonisés affleurent au Sud de Bousfer sur le contrefort septentrional du Murdjadjo.

Au Nord, entre la plaine Coralès et Cap Falcon, affleurent sur une étroite bande les poudingues, schistes et quartzites du Permo-trias et les calcaires dolomitiques du lias.

Entre ces affleurements, la plaine de Bousfer au Sud et la région des dunes au Nord, sont recouvertes par des alluvions récentes, caillouteuses au Sud puis sableuses et par des sables et dunes plus au moins consolidées au Nord.

Ces alluvions récentes et sable qui reposent au Sud sur des schistes jurassiques et crétacés et au Nord sur le socle Permo-Triasique et sur le Lias, doivent, dans la plaine surmonter le Jurassique. Cependant trois ensembles transgressifs s'intercalent entre le Jurassique et les alluvions à savoir :

□ Les argiles du miocène connues à l'Est entre le Djebel Santon et le Murdjadjo.

□ Les marnes plus au moins sableuses du Pliocène qui affleurent en bordure de la mer.

□ Les grés calcaires et lumachelles du Calabrien qui affleurent au pied du murdjadjo et à l'Est de Bousfer et Cap Falcon.

III.1.3-Etude du contexte hydrogéologique

Les schistes du Jurassique et du crétacé et les marnes du miocène et le Pliocène forment un ensemble pratiquement imperméable caractérisant le substratum de la plaine côtière Oranaise. Sur ce substratum reposent des formations perméables à savoir des sables, des grés à ciment calcaire, des lumachelles et des éboulis de pente constituant des réservoirs aquifères. Les principales nappes rencontrées dans cette plaine sont :

1-Nappe des éboulis de pente

Le flanc Nord du massif du Murdjadjo contient, au sein des éboulis de galets de schistes et quartzites à argile rouge, une nappe alimentée par sa surface et par les sources de trop-plein des calcaires à algues du miocène supérieur ou des calcaires dolomitiques du Lias. Malgré la pente importante, la pérennité de cette nappe est assurée grâce à la très faible transmissivité des terrains.

2-Nappe des sables, grés et lumachelles

Ces horizons contiennent la principale ressource en eau souterraine de la plaine côtière d'Ain Turck jusqu'aux Andalouses. Cette nappe alimentée par sa propre surface, s'ouvre vers la mer dans laquelle elle se déverse et avec laquelle elle communique, avec une augmentation importante de la concentration en sels dans la région des Andalouses.

3-Nappe des dunes quaternaires

Les sables dunaires de l'Holocène qui occupent le front Nord de la plaine de Bousfer à Ain-Turck, le long du littoral, constituent le réservoir de la nappe des dunes. Ces sables dunaires sont portés par les schistes ou par les marnes bleues du miocène.

Au niveau de la zone d'étude, presque tous les puits sont creusés dans des alluvions quaternaires, caractérisées par une bonne perméabilité et une extension latérale importante sur toute la partie littorale.

La zone est occupée par des formations alluvionnaires récentes et par des grés et sables dunaires qui constituent le principal aquifère peu profond de la région. Cet aquifère renferme une nappe d'eau dont l'importance est en fonction des conditions climatiques, car son alimentation est essentiellement assurée par les eaux des précipitations.

Les réserves régulatrices moyennes correspondant à la nappe de Bousfer - El Ançor - les Andalouses serait de l'ordre de $5\text{Hm}^3/\text{an}$. Les réserves régulatrices représentent le volume d'eau qui transite au cours d'une année au-dessous du niveau, tandis que les réserves dynamiques ou débit de la nappe, qui est le débit de l'écoulement souterrain correspondant à la quantité d'eau qui passe à travers une section de l'horizon aquifère, normal à la direction du mouvement des eaux souterraines. Son évaluation a donné une valeur de l'ordre de $5.10^{-3}\text{m}^3/\text{s}$ soit $0,157\text{Hm}^3/\text{an}$. (H. Mansour, 1989).

A la lumière de l'étude hydrogéologique de la zone d'étude, la nappe aquifère demeure profonde au-delà de 35 m, d'ailleurs, la majorité des puits et forages conçus dans le cadre du FNRD sont à l'état sec, pratiquement les superficies irrigables sont absentes par manque d'eau et par voie de conséquence il n'y pas de risque de contamination de cette nappe.

III.2-Etude du contexte hydrologique :

La présente étude a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet pour une série d'observation requise de 32 ans (1978-2009), tels que :

- Le calcul des besoins des cultures a projetées dans le périmètre.
- Le dimensionnement de réseau de distribution.

III.2.1-Homogénéité de la série pluviométrique

La série à laquelle nous faisons allusion cette partie est la série enregistrée au niveau de la station pluviométrique de BOUSFER (AIN EL TURCK: **040301**), les valeurs de cette série sont représentées dans le tableau N° III.1.

Cette série est caractérisée par le fait qu'elle s'étend sur une durée d'observation de 31 ans ce qui nous permettra de bien apprécier les variations de la pluviométrie au niveau de la région.

Donc, nous allons dans cette partie tester l'homogénéité de cette série afin de détecter et de corriger les anomalies où les valeurs erronées qui peuvent exister. Pour cela nous allons utiliser le test de Wilcoxon.

Test de Wilcoxon :

Ce test consiste à diviser la série pluviométrique d'origine en deux sous séries X et Y de telle sorte que N1 et N2 représente respectivement la taille des deux sous séries, (généralement on prend N2 >N1).

Nous allons par la suite classer les valeurs de la série pluviométrique d'origine par ordre croissant en prenant le soin d'attribuer pour chaque valeur son rang et le nom de la sous série à laquelle elle appartient.

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

Avec :

$W_{min} < W_x < W_{max}$ $W_x = \sum |Rang|_x$ W_x : Somme des rangs de sous séries

$$W_{min} = \frac{N(N+1)N_1}{2} - \frac{N_1(N_1+1)N_2}{2}$$

$$W_{max} = \frac{N(N+1)N_2}{2} - \frac{N_2(N_2+1)N_1}{2}$$

Tableau III.1 : Pluies moyennes mensuelles observées à la station de Bousfer(040301)

	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOU	Annuel
1978	28,9	5,3	13,1	96	1,4	126,5	214,2	84,6	0	3,2	0	0	573,2
1979	18,4	35	19,3	0	9,5	69,1	96,5	279,3	57	6,8	0	11,3	602,2
1980	22,2	4,7	99,3	9	45,2	89,5	31,5	137,5	80,7	15,4	7,6	15,8	558,4
1981	36,7	65,2	26,9	64,5	2,5	36	41,8	7,2	46,3	4,2	12,5	14,6	458,4
1982	0	26,8	110,3	16,2	70,1	11,8	38,2	79,2	27,2	0	0	0	379,8
1983	0	66	47	12,5	23,1	142,7	38,8	25,8	16,9	2,2	5,4	0	380,4
1984	20,9	74,2	79,3	64,4	9,3	74,3	104,8	29,8	15,3	0	0	0,6	472,9
1985	16	31,4	40,2	204,3	18,7	73,4	53,6	60,8	10,7	47,6	0	2,5	559,2
1986	6,4	0,4	0	16,4	24,4	55	1,3	67,7	41,9	5,5	0	10	229
1987	1,2	22,2	0	51,5	0	23,7	16,1	10,3	11,7	0	0,7	0,5	137,9
1988	0	0	15,3	77,3	44,7	39,8	29,9	12,6	88,1	3,2	0	0	310,9
1989	10	1,1	107,2	28,4	45,2	20,3	54	21,4	51,7	0	0	0	339,3
1990	9,8	0,8	55	45	79,9	86,3	76,9	40,2	2,5	8	0	6,8	411,2
1991	28,3	30,2	87,1	35,9	36,5	146,9	18,6	2,2	12,5	2,4	25,7	6,9	433,2
1992	4,7	34,4	26,1	30,8	25,3	31,6	7,1	28,9	28,9	7,7	0,9	0	226,4
1993	17,8	11,1	44,8	8,5	19,1	23,4	178	35,9	26,1	5,2	2,1	12,6	384,6
1994	10,2	6	15,8	38,3	144,9	34,4	25	65,8	16,7	5,2	3	0,3	331,2
1995	17,5	10,5	41	80	36,9	65,7	158,9	4,9	23	0	0	0,5	438,9
1996	31,1	42,2	13,9	32,7	15,6	21,7	101,7	83,3	124	30,9	1	1,4	499,5
1997	0,6	19,1	33,5	21,2	0	70	16,6	71,5	88,5	0	0	1	322
1998	9	2	71,3	3,5	100,3	57,4	6,2	19,3	22,2	0,2	5,6	0	297
1999	36,9	30,8	33,2	13,5	28,7	68,2	176,9	15,1	1,1	9	0	3,2	416,6
2000	12,3	32,3	19,8	63,8	75,2	94,8	100,4	41,5	46,3	5,3	3,1	3,6	498,4
2001	36,1	39,8	0,8	32,3	102,3	50,4	0,2	148	14,3	3,7	0,6	12,1	390,2
2002	78,7	38,5	57,6	67,3	30,1	44,5	45,3	23,2	77,8	0,4	0,6	0,7	464,7
2003	13,9	6,5	47,5	11	107,8	69,6	93,6	0	0	2,3	0	0	352,2
2004	26,9	24,9	73,9	74,7	0	70,7	4,8	11,4	38,5	0	0	0	255,1
2005	14,4	77,2	69	39,5	65,7	48,4	6,9	4	9,2	4	0,8	0	339,1
2006	25,2	38,6	150,8	30,7	1,8	7,3	27	121,7	75,1	1	0	28,2	507,4
2007	0	21,8	97	20,4	104,6	84,9	16,8	28,8	13,8	3,1	0	0,1	391,3
2008	8,9	33,2	53,9	108,4	45,3	23,2	75,5	37,3	75,2	9	1,2	0,6	471,7
2009	4,1	31,7	35,6	88	21,3	70,3	55,5	19,1	4,9	1,1	0,2	0,5	332,3

Source : ANRH (ALGER)

Tableau III.2 : Détail du procédé de Test d'homogénéité pour la station de Bousfer code (040301).

Série	Série X	Série Y	RANG	TRI	xuy
573,2	573,2	384,6	1,00	137,9	x
602,2	602,2	331,2	2,00	226,4	x
558,4	558,4	438,9	3,00	229	x
458,4	458,4	499,5	4,00	255,1	x
379,8	379,8	322	5,00	297	x
380,4	380,4	297	6,00	310,9	x
472,9	472,9	416,6	7,00	322	x
559,2	559,2	498,4	8,00	331,2	x
229	229	390,2	9,00	332,3	y
137,9	137,9	464,7	10,00	339,1	x
310,9	310,9	352,2	11,00	339,3	x
339,3	339,3	255,1	12,00	352,2	x
411,2	411,2	339,1	13,00	379,8	y
433,2	433,2	507,4	14,00	380,4	x
226,4	226,4	391,3	15,00	384,6	y
384,6		471,7	16,00	390,2	x
331,2		332,3	17,00	391,3	x
438,9			18,00	411,2	x
499,5			19,00	416,6	y
322			20,00	433,2	y
297			21,00	438,9	x
416,6			22,00	458,4	y
498,4			23,00	464,7	x
390,2			24,00	471,7	y
464,7			25,00	472,9	y
352,2			26,00	498,4	y
255,1			27,00	499,5	y
339,1			28,00	507,4	y
507,4			29,00	558,4	y
391,3			30,00	559,2	y
471,7			31,00	573,2	y
332,3			32,00	602,2	y

N1	N2	W_{\min}	W_x	W_{\max}
15	17	103,86	257	391,14

$103.86 < 257 < 391.$

La condition de M^r Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station de Bousfer code (040301) est homogène.

III.2.2-Etude statistique des précipitations

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

- Loi Gauss ou loi Normale.
- Loi De Gibrat-Galton ou loi log-Normale.
- Loi De Gumbel.

III.2.3-Traitement des données :

La simulation des apports annuels avec le logiciel HYDROLAB nous donne les résultats suivants :

Station de **Bousfer**

- Minimum : 2,22
- Maximum: 59,77
- Moyenne : 398,89
- Ecart-type:108,85
- Coefficient de variation (Cv) : 0.3
- Coefficient d'asymétrie (Cs) : 0.22

III.2.4-Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gauss (loi Normale) :

On soumet la série pluviométrique annuelle de la station retenue à l'ajustement à la loi Normale.

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

$$F(u) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u \frac{1}{\sigma} \exp\left[-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right] dx$$

Pour notre projet, il sera utile de connaître les variations annuelles des précipitations pour une période de retour de 5ans.

L'ajustement est fait au moyen d'un logiciel "Hydrolab" qui est disponible au centre de calcul de l'ENSH.

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de Bousfer sont regroupés dans le tableau et la figure

Tableau III.3: Ajustement à la loi de Gauss:

Taille n=32

moyenne=398,89375

Ecart-type=108,859667

I.C. à(en%)=95

U Gauss=1,9604

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
573,2	137,9	1	0,0156	-2,154	137,9	164,375408	76,2564545	222,529737
602,2	226,4	2	0,0469	-1,676	226,4	216,411417	142,510755	266,996143
558,4	229	3	0,0781	-1,418	229	244,524787	177,825318	291,50039
458,4	255,1	4	0,1094	-1,230	255,1	264,996183	203,249797	309,634354
379,8	297	5	0,1406	-1,078	297	281,592419	223,639994	324,557145
380,4	310,9	6	0,1719	-0,947	310,9	295,83564	240,953224	337,550227
472,9	322	7	0,2031	-0,830	322	308,503544	256,186611	349,271236
559,2	331,2	8	0,2344	-0,724	331,2	320,05183	269,922223	360,107732
229	332,3	9	0,2656	-0,626	332,3	330,773393	282,532273	370,310712
137,9	339,1	10	0,2969	-0,533	339,1	340,869826	294,271211	380,054672
310,9	339,3	11	0,3281	-0,445	339,3	350,487669	305,322336	389,468112
339,3	352,2	12	0,3594	-0,360	352,2	359,738491	315,82359	398,650489
411,2	379,8	13	0,3906	-0,277	379,8	368,710863	325,882863	407,682368
433,2	380,4	14	0,4219	-0,197	380,4	377,477929	335,587632	416,631907
226,4	384,6	15	0,4531	-0,118	384,6	386,102499	345,011363	425,559286
384,6	390,2	16	0,4844	-0,039	390,2	394,640677	354,21799	434,519944
331,2	391,3	17	0,5156	0,039	391,3	403,146823	363,267556	443,56951
438,9	411,2	18	0,5469	0,118	411,2	411,685001	372,228214	452,776137
499,5	416,6	19	0,5781	0,197	416,6	420,309571	381,155593	462,199868
322	433,2	20	0,6094	0,277	433,2	429,076637	390,105132	471,904637
297	438,9	21	0,6406	0,360	438,9	438,049009	399,137011	481,96391
416,6	458,4	22	0,6719	0,445	458,4	447,299831	408,319388	492,465164
498,4	464,7	23	0,7031	0,533	464,7	456,917674	417,732828	503,516289
390,2	471,7	24	0,7344	0,626	471,7	467,014107	427,476788	515,255227
464,7	472,9	25	0,7656	0,724	472,9	477,73567	437,679768	527,865277
352,2	498,4	26	0,7969	0,830	498,4	489,283956	448,516264	541,600889
255,1	499,5	27	0,8281	0,947	499,5	501,95186	460,237273	556,834276
339,1	507,4	28	0,8594	1,078	507,4	516,195081	473,230355	574,147506
507,4	558,4	29	0,8906	1,230	558,4	532,791317	488,153146	594,537703
391,3	559,2	30	0,9219	1,418	559,2	553,262713	506,28711	619,962182
471,7	573,2	31	0,9531	1,676	573,2	581,376083	530,791357	655,276745
332,3	602,2	32	0,9844	2,154	602,2	633,412092	575,257763	721,531046

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,8	0,841	490,494448	449,643512	543,04929	490,494448	0,800	5,0
0,5	0,000	398,893761	358,758098	439,029426	398,893761	0,500	2,0
0,2	-0,841	307,293052	254,73821	348,143988	307,293052	0,200	1,3

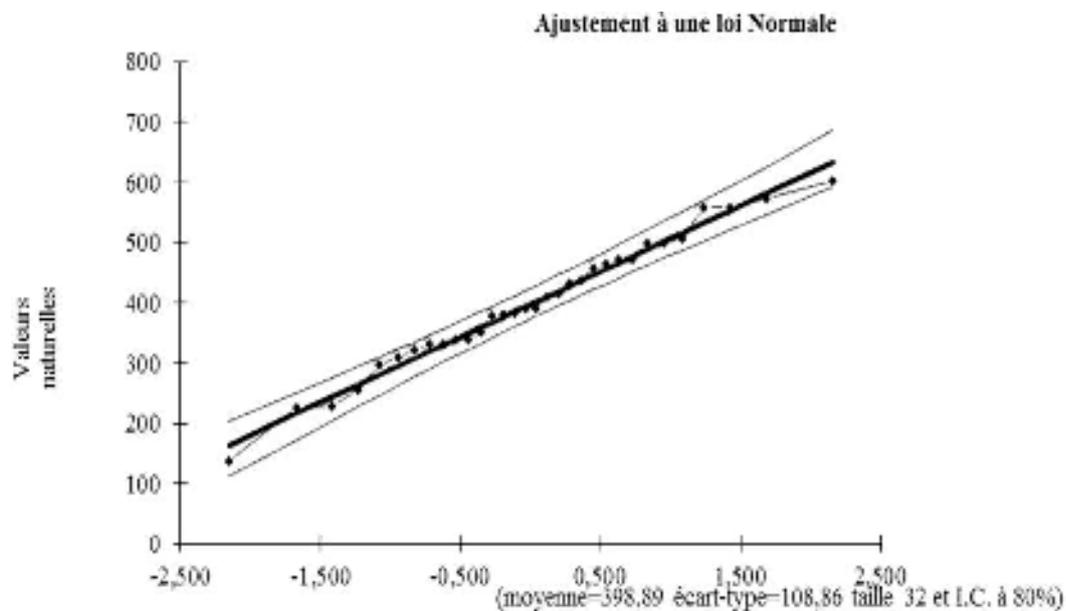


Figure III.1 : Ajustement à la loi de Gauss

III.2.5- Détermination de l'année de calcul

La détermination de l'année de calcul a 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 :

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

Par la justement de **GAUSS** on trouve

Tableau III.4 : Précipitations moyennes mensuelles interannuelle en mm

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Total
P(mm)	17,1	27	49,5	46,4	44,6	55,1	59,7	50,7	35,8	5,1	2,29	4,18	398,9

Tableau III.5 : Précipitations moyennes mensuelles de l'année de calcul

Mois	Sept	Oct	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Total
Pmoy _{80%}	13,6	21,6	39,6	37,1	35,7	44,1	47,8	40,6	28,6	4,1	1,8	3,3	319,1

Conclusion

Avec une pluviométrie moyenne d'environ 319,1mm par an, l'irrigation sera un moyen auquel nous devront faire appel de manière récurrente afin de palier au déficit en eau qu'enregistre la région.

En fin nous allons terminer la conclusion de ce chapitre en attirant l'attention sur l'existence de certains risque liés au climat qui peuvent influencer négativement sur les rendements prévus s'il ne sont pas pris en considération lors de l'élaboration du projet.

CHAPITRE IV :

ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE

Introduction

L'étude agro-pédologique a pour but de définir les sols destinés à l'irrigation ou de localiser les zones aptes à la mise en valeur en irrigation ainsi les caractéristiques hydro-dynamiques de ces sols indispensables pour le calcul des doses d'arrosages et l'emplacement des réseaux d'irrigation et de drainage

Les principales contraintes et critères prises en considération pour la classification des sols sont : la texture, le critère d'hydromorphie, la présence et la profondeur de la nappe, la porosité, la salinité et le calcaire actif, bien qu'ils sont localisés dans des zones précises.

A partir de ces critères et selon leurs intensités, une classification proposée par l'ANRH, selon laquelle on a la classification suivante des sols du périmètre de SIDI TARIK ;

IV.1- Les différentes classes des sols

Pour cerner les problèmes morphologiques et physicochimiques des sols, il a été procédé au découpage du périmètre d'étude en trois (03) unités :

IV.1.1- Unité cartographique N°01

Cette unité correspond aux sols évoluant sur des matériaux calcaires. Elle se caractérise par :

- Une profondeur limitée par une accumulation calcaire continue croûte et encroûtement à 30 cm.
- Une texture équilibrée.
- Un taux de calcaire actif faible, dans les horizons de surface, et a tendance d'augmenter en profondeur.

. La superficie totale prospectée est de 46 ha.

IV.1.1-1-Classification du sol:

- Sol peu évolué
- non climatique, d'apport alluvial, sur croûte et encroûtement calcaire

IV.1.2- Unité cartographique N°02

Cette unité cartographique correspond aux sols à dominance sableuse d'apport du littoral. Elle se caractérise par :

- Une profondeur supérieure ou égale à 120 cm.
- Une texture sableuse parfois sablo limoneuse.
- Un taux de calcaire actif très faible.
- Charge caillouteuse nulle.

. La superficie totale est égale à 29 ha.

IV.1.2.1- Classification du sol:

- Sol peu évolué.
- non climatique,
- d'apport alluvial modal

IV.1.3- Unité cartographique N°03

Cette unité cartographique correspond aux sols à lithologie sur des matériaux rubéfiés, sont évolués sur des matériaux rubéfiés de texture généralement limoneuse à sablo limoneuse parfois équilibrée. Elle se caractérise par :

- Une profondeur supérieure à 120 cm,
- Une texture sablo limoneuse, limoneuse, équilibrée,
- Un taux de calcaire actif très faible,
- La charge caillouteuse variable

IV.1.3.1- Classification du sol:

- Sol peu évolué,
 - non climatique,
 - d'apport alluvial modal
- . La superficie totale est égale à 329 ha.

IV.2-Le matériau parental des sols de la zone d'étude

Le périmètre est entouré d'une chaîne montagneuse de type gréseux reposant sur des schistes et des argiles du vinéen et des argiles de mio- pliocène. La majorité de la texture est caractérisée par des limons et sables dont l'origine vient d'un héritage de la roche mère citée ci-dessus ou d'un apport. Donc, ce sont des sols perméables dans certains endroits. Parfois, on note la présence de sables d'origine marine provenant des zones côtières suite aux vents marins.

Le transport solide pendant les crues a contribué à la formation des sols alluvionnaires composés par des sables, limons et des grés conglomératiques (alluvions colluvions) de différentes dimensions.

IV.3- Les traits pédogénétiques

La pédogenèse des sols du périmètre d'Ain-Turck est liée principalement à un seul facteur très important qu'y est « **Le climat de la région** ». D'après la classification de Gausson 1953, le régime de la zone d'étude est de type semi-aride, caractérisé par un climat de type méditerranéen « évaporation importante » dominée par des vents violents marins de vitesse variant de 4.1 à 6.1 m/h. Donc, on note le phénomène de l'Ablation et Reptation des éléments fins des parties hautes vers les parties basses en formant des dunes au niveau de la plaine alluviale. Ces derniers à leurs tours sont exposés au transport par les crues des affluents qui les déposent avec les alluvions les plus fins dans la plaine.

IV.4 - La classification des sols du périmètre

- La classification des sols utilisée est celle de l'ANRH
- La classe des sols **peu évolués** d'apport :

Les sols peu évolués occupent une superficie assez importante. Cette catégorie de sols se localise à des divers endroits de la plaine alluviale, soit à proximité du lit majeur des affluents. Ils constituent les dépôts récents de la plaine.

Ces types de sols ont en commun des caractères particuliers tels que :

- Absence de différenciation du profil.
- Texture hétérogène.
- Perméabilité variable selon le type d'alluvionnement
- Structure peu développée.

Les sols d'alluvions récentes ne montrent qu'un début de pédogenèse. Celle-ci se traduit par l'incorporation en surface de matières organiques, fournies par la végétation naturelle. Ceci a donné lieu à un horizon superficiel humifère structuré et peu développé. Le taux de matière organique dans l'horizon de surface est la présence des alluvions, des éléments à charge variable en éléments grossiers pour la classification des sols. Dans cette classe de sols, nous avons une seule sous classe des sols non climatiques et le sous-groupe d'apport.

IV.5- Etude d'aptitude culturale selon les contraintes

A la lumière des résultats analytiques des sols et suite aux exigences édaphoclimatiques des différentes cultures, les types des cultures aptes pour les sols de la zone d'étude sont :

IV.5.1- Les cultures pérennes

Leur principal facteur limitant est le climat de la région d'étude. Les arbres fruitiers pouvant s'accommoder à ce type de climat sans aucun danger sont : Abricotiers, pêchers en les plantant dans les sols à texture grossière le cas de l'unité cartographique N°3.

Outres ces arbres fruitiers, nous préconisons les espèces telles que le figuier, amandier, l'olivier et le grenadier dans les sols à texture fines comme le cas de l'unité cartographique N°1 et 2.

IV.5.2- Les cultures céréalières et fourragères

Les céréales sont déjà connues dans cette région, dont le mode de conduite est en extensif. Les spéculations qui s'adaptent le mieux dans les sols de la zone d'étude sont : les orges en premier lieu et les blés tendres en second rang.

Les cultures fourragères sont presque absentes dans la zone d'étude or elles ont un intérêt économique très important pour l'amélioration et l'entretien des cheptels. Cette spéculation jouera un rôle non négligeable dans l'amélioration de la structure des sols, enrichissement du sol et rentre dans l'assolement avec les autres cultures céréalières.

Certaines fourragères s'adaptent mieux dans les sols à texture fine à moyenne telles que : la vesce avoine, fétuque, bersim, brome, mélilot, agropyrum dans les unités 1 et 2 et d'autres dans les textures grossières telle que le ray-grass et la luzerne dans l'unité 3.

IV.5.3- Les cultures maraîchères

Les sols de la zone d'étude sont actuellement dépourvus de cultures maraîchères sauf au niveau de l'unité 1 et 2, on note la présence de quelques cultures dont le mode de conduit en plasticulture et quelques ares en plein champ.

Les cultures primeurs ne peuvent être envisagées, sans aménagements spéciaux au préalable à cause de la longue période des gelées hivernales.

Toutes les cultures maraîchères sont possibles, leur choix dépendra de certains critères physico-chimiques

Pour quelque maraîchère tels que : Oignon, ail, carotte, navet, curcubitacea peuvent résister aux vents marins.

Pour les légumineuses telles que : le pois rond, Haricot et les fèves s'adaptent bien dans les trois unités cartographiques.

IV.6 -Tableau de synthèse des cultures selon leurs contraintes

Compte tenu des conditions Agro climatologiques de la région d'étude, ainsi que les exigences édaphiques de chaque type de culture, nous avons retenu une gamme de cultures pour chaque spéculation, avec des notations par des symboles en lettre capitale et des indices pour la différenciation des cultures.

Les critères de leur choix ont été basés principalement sur les caractéristiques paramétriques des analyses des sols telles que : la profondeur, la texture, salinité et alcalinité, le taux de calcaire actif et la topographie

Le critère profondeur pour les cultures céréalières et fourragères est fixé de 0-50 cm. Concernant les cultures pérennes le critère profondeur est plus que 100 cm.

Nous avons donné les notations suivantes pour les textures :

- texture grossière : **T**
- texture moyenne : **M**
- texture fine : **N**

Tableau IV.1:symbole des cultures pérennes

Symbole d'aptitude	Texture de 50à100 cm pour arbo	Profondeur du sol cm	Salinité alcalinité	Aptitudes culturales
B 1	T - M	> 90 cm	faible	Bon : Abricotier Amandier-Figuier-Pêcher, vigne, poirier, pommier Grenadier et Olivier
B 1 t 1	N	> 90 cm	faible	Bon : Figuier Grenadier et l'Olivier

Tableau IV.2:symbole des cultures céréalières, fourragères et industrielles

Symbole d'aptitude	Texture 0 à 50 cm	Profondeur du sol cm	Salinité alcalinité	Aptitudes culturales
C 1	M	> 50 cm	Faible	Bon : Blé tendre – Orge – vesce avoine – Fétuque- Bersim – Mélilot – Agropyrum – Luzerne – Ray Grass - sorgho- Tomate industrielle
C 1 t	N	> 50 cm	Faible	Bon : Orge – Vesce avoine – Fétuque – Bersim – Mélilot – Ray Grass Agropyrum. Moyen : Blé tendre et Luzerne

Tableau IV.3:symbole des cultures maraîchères

Symbole d'aptitude	Texture 0 à 50 cm	Profondeur du sol cm	Salinité alcalinité	Aptitudes culturales
M 1	M	> 50 cm	Faible	Bon Tomate – Oignon - Pomme de terre – Carotte – Navet – Ail - pastèque – Melon – Piment Poivron – Haricot – Concombre – Pois -fèves
M 2	T	> 50 cm	Faible	Bon : Tomate – Oignon – Pomme de terre - Carotte – Laitue – Ail – Pastèque- Melon – Haricot – Concombre- Pois- fèves- Aubergine – Piment- Poivron Moyen : Choux fleur –Epinard
M 3	N	> 50 cm	faible	Bon : Oignon – Carotte – Navet Moyen : Tomate – Ail –Pastèque – Melon – Piment – Poivron- pomme de terre – Haricot –Pois et fèves.- aubergine

NB : les cultures maraîchères probables être irriguées par les eaux usées traitées sont sans danger sauf les cultures mangeables en vert (frais) comme les légumineuses « pois rond, haricots verts et fèves ».

B 1 C 1 M 3 : Cette gamme de cultures est convenable pour les sols profonds ($P > 120$ cm) de texture grossière à moyenne avec une texture grossière dans la profondeur de 0 à 150 cm. Il n'a aucune contrainte pour la mise en valeur. (Unité n° 3)

B 1t C 1t M1 : Cette gamme de cultures est convenable pour les sols profonds ($P > 120$ cm) de texture grossière ou moyenne avec une texture grossière de 0 à 50 cm. Ils conviennent surtout à toutes cultures arboricoles et autres cultures adaptées aux textures grossières.

B 1 C 1t M 2 : Cette gamme de cultures est convenable pour les sols profonds de texture grossière avec un horizon de surface caractérisé par une texture fine (0 à 50 cm). Il convient à toutes les cultures arboricoles, industrielles et les autres cultures adaptées aux textures fines.

IV.7- Les aménagements agricoles

Le succès de toute exploitation agricole est lié fondamentalement à son système de production, lequel se définit comme étant un ensemble de pratiques organisées en fonction d'un objectif.

Qui dépend des éléments essentiels suivant :

1. La fertilisation
2. La protection phytosanitaire.
3. Les assolements et rotation

IV.7.1- Fertilisation

L'eau d'irrigation est riche en nitrates, la fumure azotée de restitution devra donc tenir compte de cet important apport, ainsi que l'application de la fumure phosphatée avec un labour profond de 35 à 40 cm avant la plantation.

La boue séchée peut être utilisée comme amendement fertilisant, car elle est riche en matière organique.

IV.7.2- Protection phytosanitaire

Sans lutte intensive, contre le parasite et les maladies des plantes cultivées, les rendements ne peuvent être assurés au moment de la récolte,

Le programme de lutte consiste globalement en des interventions à trois niveaux différents :

- a) au niveau des locaux et des grains stockés.
- b) Au niveau des parcelles avant la mise en culture (désinfection du sol)
- c) Au niveau des cultures par des traitements foliaires.

IV.7.3- Application des systèmes assolement et rotation

La zone d'étude caractérisée par des sols à minéraux bruts. Nous avons jugé utile d'introduire des cultures intercalaires car l'affectation des terres dans cette zone se composera par

L'arboriculture et une gamme de cultures maraîchère. Donc l'assolement et rotation est comme suit : $\frac{3}{4}$ de maraîchère dans un même sol de l'arboriculture.

Les espèces et variétés sont pour la totalité assez rustique, l'assolement est soumis au concept de durée au bout de laquelle la plante peut revenir sur le même sol.

Nous proposons, un assolement triennal, c'est-à-dire qu'une culture ne devrait se retrouver à la même place avant une période de 3 ans.

IV.8- La gamme de culture choisie préférentiellement

☐ Arboriculture à prévoir dans la zone : vigne de table, abricotier en intensif, pêcher, pommier en intensif, olivier en intensif, poirier en intensif, amandier et grenadier.

☐ Céréales à prévoir : orge et les blés tendres.

☐ Fourrages : les orges en vert et le sorgho

☐ Culture industrielle : tomate industrielle.

☐ Maraîchères dans le cas où le traitement biologique soit complet suivi d'une chloration pour éviter tout risque d'alimentation des produit à frais : tomate, piment poivron, aubergine, les légumineuses « fèves, pois rond et les haricots verts ».

Conclusion

Compte tenu des exigences climatiques des diverses cultures et selon leurs intérêts Agro économiques, des parcelles facilement aménageables, nous avons dressé la carte d'aptitudes culturales contenant une association des cultures de différentes spéculations afin de promouvoir un assolement aussi facile dans la rotation des sols. Cette orientation est faite pour la simple raison, si les ressources et les disponibilités en eaux de la station d'épuration ne sont pas limitées par leurs teneurs en charge polluante, leur choix se fait dans l'ordre indiqué ci-après.

CHAPITRE V :

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 sûre 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.

V.1- Répartition des cultures

Les cultures céréalières dans l'aire d'étude représentent 103 ha cultures annuelles les orges et les blés tendres.

Pour ce qui concerne l'arboriculture, cette dernière occupe environ 210 ha dominés par l'abricotier et les pêchers, les autres espèces fruitières à s'étalent sur 57 ha de pommier, poirier et de prunier et d'olivier.

Enfin pour ce qui est **du maraîchage**, cette catégorie est représentée avec 87 ha, occupés par le poivron, tomate et oignon sec /ail.

Tableau V.1 : l'occupation du sol dans le périmètre concernée

Cultures	Occupation du sol (ha)
Abricotier	74
Pêche	75
Pommier	15
Poirier	15
Prunier	10
Olivier	21
Tomate	29
Oignon	28
Poivron	30
Blé tendre	53
Orge	50
Superficie irriguée	400

Source Enquête agro socioéconomique 2010

V.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).

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

RFU : réserve facilement utilisable.

C'est l'un des points les plus délicats dans l'application de cette méthode à un terrain donné. C'est la quantité d'eau stockée dans le sol et qui peut être utilisée par les végétaux pour assurer leur cycle biologique. L'estimation de cette réserve s'effectue par la relation de (Halaire, 1967)

$$\text{RU} = (\text{H}_{\text{cc}} - \text{H}_{\text{pf}}) \times \text{H} \times \text{D}$$

H_{cc} : la capacité au champ en %.

H_{pf} : la capacité au point de flétrissement permanent en %.

H : la profondeur du sol en mm

D : la densité apparente.

$$\text{RFU} = 2/3 \text{ RU}$$

Cette réserve a été calculée pour chaque unité cartographique :

Tableau V.2: synthèse des calculs de la RFU de chaque unité cartographique

Désignation des paramètres	Unité n°1	Unité n°2	Unité n°3	Moyenne
H_{cc} : la capacité au champ en %.	13,05	19.10	14.95	15,70
H_{pf} :la capacité au point de en %.	6,14	11.25	7.80	8.30
H : la profondeur du sol en mm	1200	1200	1200	1200
D : la densité apparente.	1,40	1,40	1,40	1,4
Réserve utile (R.U) en mm	116.10	131.88	120.12	124.30
Réserve facilement utilisable (RFU) mm	77.40	88.00	80.10	82.88

SOURCE(laboratoire AGRO-HYD Group)

Interprétation : les valeurs présentées dans le tableau ci- dessus représentent la moyenne des résultats des profils de chaque unité cartographique sur une profondeur 1.2 met une densité apparente de 1.4

On prend une moyenne de RFU arrondi à 83 mm pour le calcul des besoins en eaux des cultures.

Evapotranspiration réelle ou de culture (ETR OU ETC) :

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration. Le plus souvent, elle est inférieure à un l'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 :

$$ET_{culture} = K_C * ET_0$$

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.

V.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.

V.2.2- Détermination de la 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 V.3: Evapotranspiration de référence de la zone de projet

Month	Avg Temp °C	Humidity %	Wind m/s	Sunshine hours	Radiation MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	10.8	77	5.8	6.1	9.9	1.71
February	11.9	79	5.8	7.2	13.4	1.98
March	13.3	74	5.7	7.6	16.8	2.78
April	15.2	69	6.1	9.2	21.7	3.86
May	18.2	64	5.8	9.7	24.0	4.98
June	21.6	62	6.0	10.6	25.8	6.04
July	24.7	60	5.5	11.0	26.0	6.77
August	25.5	60	5.4	10.3	23.8	6.57
September	23.1	65	5.1	8.7	19.1	4.97
October	19.1	69	4.5	7.3	14.5	3.34
November	14.7	74	5.1	6.7	11.0	2.22
December	11.6	77	4.1	5.9	9.1	1.51
Average	17.5	69	5.4	8.4	17.9	3.89

Tableau V.4: les pluies efficaces

Mois	Pluie (mm)	Pluie eff.(mm)
Janvier	35,7	28,6
Février	44,1	35,3
Mars	47,8	38,2
Avril	40,6	32,5
Mai	28,6	22,9
Juin	4,1	3,3
Juillet	1,8	1,4
Août	3,3	2,6
Septembre	13,6	10,9
Octobre	21,6	17,3
Novembre	39,6	31,7
Décembre	37,1	29,7
Total	319,1	255,3

Tableau V.7 : récapitulatif des besoins totaux en eau

Cultures	Superficie en ha	Besoins en eau net (mm)	Besoins en eau net (m3/ha)	Efficiencie	Besoins bruts totaux (m3/ha)	Besoins bruts totaux (m3)
abricot	74	495,6	4956	0,75	6607,7	488967
pêche	75	510,8	5108	0,75	6810,7	510800
pommier	15	613,8	6138	0,75	8184,0	122760
poirier	15	682	6820	0,75	9093,3	136400
prunier	10	667,4	6674	0,75	8898,7	88987
olivier	21	637,8	6378	0,75	8504,0	178584
tomate	29	527,2	5272	0,75	7029,3	203851
oignon	28	293,6	2936	0,75	3914,7	109611
poivron	30	426,5	4265	0,75	5686,7	170600
Blé tendre	53	426,5	4265	0,75	5686,7	301393
orge	50	203,3	2033	0,75	2710,2	135512
Totale	400,0	5484,4	54844,4		73125,9	2447465

Donc le volume annuel total nécessaire de ce périmètre est de **2,45Mm³**

Conclusion :

Le volume rejeté par la SETP est de $10,95\text{Mm}^3/\text{an}$ donc il satisfera les besoins d'irrigations après la comparaison avec le volume annuel nécessaire au périmètre

CHAPITRE VI :

**DIMENSIONNEMENT DU RESEAU
D'IRRIGATION**

Introduction

Dans ce chapitre on va dimensionner une partie de notre périmètre par le goutte à goutte dont le but principal est d'économiser le maximum d'eau.

D'une façon générale, les systèmes d'irrigation qui sont les plus utilisés 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 son coût relativement plus élevé, mais compensé par l'efficacité élevée, ne posera, a 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.

VI.1-Calcul du débit maximum journalier

Dans notre cas le débit maximum journalier c'est le débit caractéristique, il est calculé par la formule suivante :

$$Q_{\text{car}} = q \cdot S$$

q : débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha)

F : la superficie totale à irriguer = 91,5ha

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

$$q_{\text{spécifique}} = \frac{B_{\text{net}} \cdot 10.1000}{N_h \cdot n_j \cdot 3600 \cdot K}$$

Bnet : besoin net du mois de pointe en mm/mois =1386,2 mm/mois.

Nh : nombre des heures d'irrigation=20h

Nnj: nombre de jours du mois de pointe =31jours

K : Coefficient globale du système d'irrigation=0,75

$$q_{\text{spécifique}} = \frac{1386,2 \cdot 10.1000}{20 \cdot 31 \cdot 3600 \cdot 0,75} = 8,28 \text{ l/s/h}$$

Le débit spécifique $q_s = 8,28 \text{ l/s/h}$ est supérieur à $1,5 \text{ l/s/ha}$ donc on prend la culture la plus exigeant pour calcul on trouve $q_s = 1,26 \text{ l/s/h}$

Débit caractéristique :

$$Q_{\text{Car}} = q_s \cdot S = 1,26 \cdot 91,5 = 115,3 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{Car}} = 0,1153 \text{ m}^3/\text{s}$$

Alors notre débit de consommation est $Q_{\text{max,h}} = 415,1 \text{ m}^3/\text{h}$

VI.2-Le réservoir de stockage d'eau

Le réservoir est dimensionné selon les besoins en eau des cultures au mois de pointe.

Bnet : besoin net, d'irrigation par mois=1386,2mm/mois

Le nombre des heures de pompage par jour= 4 heures ce qui nous permet de déterminer la valeur d'apport de = 25% chaque heure.

Le nombre des heures d'irrigation par jour=20heurs ce qui nous permet de déterminer la valeur de consommation=5% chaque heure.

VI.2.1-Dimensionnement de réservoir par la méthode de bilan d'eau

Tableau VI-1: Le bilan de consommations et l'apport journalier d'eau

Heur (h)	Apporte (%)	consommation (%)	Stockage (%)	Déstockage (%)	Volume (%)
1	0	0	0	0	40
2	0	0	0	0	40
3	0	5	0	5	35
4	0	5		5	30
5	0	5		5	25
6	0	5		5	20
7	0	5		5	15
8	0	5		5	10

9	0	5		5	5
10	0	5		5	0
11	25	5	20		20
12	25	5	20		40
13	25	5	20		60
14	25	5	20		80
15	0	5		5	75
16	0	5		5	70
17	0	5		5	65
18	0	5		5	60
19	0	5		5	55
20	0	5		5	50
21	0	5		5	45
22	0	5	0	5	40
23	0	0	0		40
24	0	0	0		40

Le volume total du réservoir sera égal :

$$V_u = \frac{80 * 415,1}{100} = 332,07 \text{ m}^3$$

D'où le volume utile sera :

Et le volume du réservoir $V_T = V_u + V_{excé}$

$$V_T = 332,06 + 17,94 = 350 \text{ m}^3$$

On prend un volume de $V_T = 350 \text{ m}^3$

On choisit un bassin de forme cylindrique. En fixant une hauteur $h=4\text{m}$, les dimensions du réservoir projeté sont $D=10\text{m}$. la hauteur d'élevation et de 5m

VI.2.2-Calcul du débit forcé

Le débit forcé est donné par la formule suivante :

$$Q_f = Q_{eq} \alpha \frac{W_1 \alpha W_2}{T}$$

Avec :

Q_{eq} : Débit d'équipement ;

$$Q_{eq} = \alpha \frac{W_j}{T}$$

$$W_j/T = Q_{moyj} = 115,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

α : Coefficient de correction, on prend $\alpha = 1,06$

$$Q_{eq} = 1,06 * 115,3 \cdot 10^{-3} = 122,22 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{eq} = 112,22 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$W1 : \text{Volume d'eau en excès} = 122,22 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 3600 = 1760 \text{ m}^3$$

$$W2 : \text{Volume réservé pour autres besoins} = 23,82 \text{ m}^3 \text{ T} = 24 \text{ h}$$

$$Q_f = 115,3 \cdot 10^{-3} + \frac{1760 + 17,94}{24 \cdot 3600} = 0,136 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_f = 0,136 \text{ m}^3/\text{s}$$

On a le coefficient

$$\frac{Q_f}{Q_{eq}} = \frac{0,136}{0,115} = 1,18$$

Remarque :

D'après les calculs on remarque que le rapport $\frac{Q_f}{Q_{eq}}$ est dans la fourchette de 1,2 et 2, Donc on accepte ce débit forcé.

$$\text{Donc : } Q_f = 0,136 \text{ m}^3/\text{s} = 489,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Le volume d'eau de pompage doit être supérieur ou égale au volume demandé.

Le volume de la demande est déterminé à partir du besoin en eau des cultures

$$\text{On a le débit demandé } Q_d = Q_{Car} = 0,115 \text{ m}^3/\text{s}$$

, ce qui nous permettons de déterminer les besoins journalier du périmètre au mois de pointe

$$\text{D'où } V_d = 9936 \text{ m}^3$$

Le volume débité par la pompe c'est

$$V_p = 136 \cdot 10^{-3} \cdot 24 \cdot 3600 = 11750,4 \text{ m}^3$$

On peut déterminer par la suite de débit de collecteur :

$$q_c = \frac{V_d + V_p}{2 \cdot T} = \frac{9936 + 11750,4}{2 \cdot 24} = 451,8 \text{ m}^3/\text{h} = 126 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

Le débit de dimensionnement est : $q_c = 126 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

VI.3- Calcul de réseaux d'adduction

La topographie du périmètre est généralement plane, la cote de prise au niveau de la STEP est de 87,4m cette dernière est moins élevée par rapport aux cotes du périmètre ce qui d'emblée permet d'irriguer celui-ci par pompage.

VI.3.1-Choix du trace

Le choix de la conduite d'adduction doit tenir compte de certains impératifs que l'on se forcera dans la mesure du possible de respecter.

1. le tracé doit être le plus court possible entre le Station de pompage et le réservoir de stockge par le réseau économique
2. Aux points hauts du tracé, peuvent se conformés des contentements d'air difficile à évacuer où des ventouses seront exigés ainsi apparaît la nécessité d'éviter autant que possible les contres pentes
3. Eviter les profils horizontaux, qui peuvent perturber le régime d'écoulement
4. Il serait préférable de suivre les accotements des routes, pour faciliter les travaux ainsi que l'acheminement des matériaux
5. L'examen des conditions dans lesquelles, devrait être établi cette canalisation, aussi bien au point de vue technico-économique.

VI.3.2-Choix des types de conduites

Le choix porté sur les différentes conduites se fait en fonction de :

- Diamètre ;
- Pressions supportées
- Les conditions d'installation
- Le revêtement
- La disponibilité
- Du prix unitaire
- Du type de sol
- Ne pas omettre d'intégrer le coût de transport qui reste un paramètre important.

Dans le projet, nous avons opté pour les conduites en PEHD et cela en raison des avantages qu'elles présentent :

- Très économiques
- Disponibilité sur le marché (production locale)
- Résistance à des grandes pressions (>à 20 bars)
- Permettre une pose simple et adéquate

- Réduction des pièces spéciales
- Les frais d'amortissement de la conduite varient dans le même sens que le diamètre de celle-ci, et dans les mêmes conditions du débit véhiculé
- Les frais d'exploitation qui seront inversement proportionnels au diamètre de la conduite.

VII.4- Prédimensionnement de la conduite de refoulement

VI.4.1-conduite de refoulement

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 6482m

C'est une adduction où l'écoulement se fait par pompage. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte inférieure à la côte piézométrique de l'ouvrage d'arrivée. Dans notre la conduite de refoulement a chemine les eaux du STEP ver un réservoir de stockage

VI.4.2-Calcul de diamètre avantageux de la conduite de refoulement

Une première à déterminer approximativement le diamètre de la conduite à l'aide des formules donnant le diamètre économique ;

Parmi ses formules, nous prenons celle de Bounin qui a permet d'éviter les dépôts dans la conduite avec des vitesses avoisinantes 1,27 m/s.

Ainsi on aura :

$$D_{éc} \propto \sqrt{Q_b}$$

où :

Déc : diamètre économique en m ;

Qb : débit transitant dans la conduite en m³/s.

VI.4.3-Perte de charge

On rencontre deux types de pertes de charge dans les conduites d'adduction.

Pertes de charge linéaires ;

Pertes de charge singulières.

Les premières sont dues aux frottements de l'eau contre les parois de canalisations elles sont déterminées par la formule suivante

$$H=J.L \quad \text{Darcy- Weisbach}$$

L : Longueur géométrique de la conduite (m)

J : Gradient de perte de charge.

$$J = \frac{\lambda}{D_h} \frac{V^2}{2g} L$$

D_h : Diamètre hydraulique de la conduite qui est égal au diamètre forcé (m)

V : Vitesse moyenne de l'eau dans la conduite (m/s)

g : Accélération de la pesanteur (m/s²) ;

λ : Coefficient de frottement adimensionnel qui dépend de la nature du régime d'écoulement.

En régime turbulent λ est donné par la formule de NIKURADSE

$$\lambda = 0,114 \frac{\varepsilon}{D} + \frac{0,86}{\ln \left(\frac{2,3}{\varepsilon} \right)}$$

ε : Rugosité de la conduite en mm

D : diamètre de la conduite (mm)

Au régime transitoire λ est déterminé à partir de l'abaque de MOODY.

A la première approximation λ est donné par la formule de NIKURADSE.

VI.4.4-Vérification du régime (nombre de Reynolds)

Pour chaque calcul, on vérifie le régime d'écoulement à l'aide de la formule suivante:

$$R = \frac{VD}{\nu}$$

Où :

R : nombre de REYNOLDS

$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$: Vitesse moyenne d'écoulement (m/s) ;

ν : Viscosité cinématique de l'eau $\nu = 10^{-6}$ m²/s à une température de 20°C.

Les pertes de charge singulières sont occasionnées par les vannes, robinets, ventouses, changement de direction, ou de section ...etc.

Généralement estimées à 15% des pertes de charge linéaires, les pertes de charge totale le long de la conduite sont :

$$\Delta h_t = \Delta h_L + \Delta h_S = \Delta h_L + 0,15 \Delta h_L = 1,15 \Delta h_L$$

$$j = 1,15 \frac{\lambda}{D} \frac{V^2}{2g} L$$

VI.4.5- Etude de la rugosité

$$\square = \square_0 + \square t$$

Où :

\square_0 : Rugosité absolue à l'état neuf (10^{-4} pour PEHD)

\square : Coefficient de vieillissement

Pour la zone de faible agressivité de l'eau $\square = 0,03$ mm/an. Tiré de l'abaque

Peter Lamont ;

t : Temps de service en année (20 ans).

$$\square = 10^{-4} + 20 \cdot 0,03 \cdot 10^{-3} = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

VI.4.6-Calcul de la hauteur manométrique totale(HMT)

$$H_{MT} = H_g + \Delta H_r + \Delta H_{asp}$$

Où :

H_g : Hauteur géométrique de refoulement ;

ΔH_r : Pertes de charge au refoulement ;

ΔH_{asp} : Pertes de charge à l'aspiration ;

H_t : Perte de charge totale $H_t = \Delta H_r + \Delta H_{asp}$;

VI.4.7- Puissance absorbée par la pompe

$$P = \frac{\rho g Q H_{mt}}{\square}$$

P : Puissance en Kw ;

\square : Rendement de pompage (0,7 à 0,8) on prend $\square = 0,75$; H_{mt} : Hauteur manométrique totale ;

Q : Débit refoulé.

VI.4.8- Energie consommée par la pompe

$$E = P \cdot t \cdot 365 \text{ (Kwh/an)}$$

Où t : Nombre d'heure de pompage par jour.

P : puissance en KW

VI.4.9- Prix d'énergie (Frais d'exploitation)

$$\text{Prix} = E \cdot e$$

Avec : e : Prix du kWh d'après « Sonelgaz » $e = 4,6$ D

E : énergie de consommation KWH / an.

VI.4.10-Amortissement

L'annuité d'amortissement est déterminée par la relation :

$$A = I + \frac{I}{(1+i)^n - 1} \quad \text{Où :}$$

i : taux d'annuité (i=8%) ;

n : Nombre d'année d'amortissement (n=20).

$$A = 0,08 + \frac{0,08}{(1 + 0,08)^{20} - 1} \quad A = 0,102 \text{ DA}$$

VI.4.11-Calcul des diamètres économiques

$$\square \quad Q=126 \text{ l/s} \quad L=6482\text{m.}$$

$$\square \quad D \sqrt{Q} \square 355\text{mm} \quad \text{DN}=350\text{mm}$$

□

$$\text{Hg} = (117,78 + 10) - (5 + 87,4) = 35,38\text{m}$$

$$\text{Hg} = 35,38\text{m}$$

Tableau VI.2-Calcul de la hauteur manométrique totale (HMT)

D (mm)	Q m ³ /s	V m/s	$\frac{Q}{D^5}$ Dh	R	A	ΔH(m)	Hmt (m)
350	0.126	1,31	0,00171	458599	0,102	32,34	67,72
400	0.126	1,00	0,00150	401274	0,102	20,05	55,43
450	0.126	0,79	0,00133	356688	0,102	10,80	46,18
500	0.126	0,64	0,00120	321019	0,102	10,03	45,41

Tableau VI.3-Frais d'exploitation

D (mm)	Puissance (kw)	Energie	DA/kwh	Dépense (DA)
350	111,74	978862,28	4,6	4502766,5
400	91,46	801186,99	-	3685460,16
450	76,19	667415,22	-	3070110,01
500	74,93	656387,81	-	3019383,93

Tableau VI.4-Frais d'amortissement

D (mm)	Prix DA/ml	Longueur (ml)	Dépense (DA)	Annuité
350	2568	6482	16645776	1697869,152
400	2717	6482	17611594	1796382,588
450	2867	6482	18583894	1895557,188
500	3147	6482	20398854	2080683,108

NB. Prix tenant compte des conduites elles-mêmes, la pose, déblayage donné par DHWO (Direction d'Hydraulique de la Wilaya d'Oran)

Tableau VI.5-Bilan

D (mm)	Frais d'amortissement	Frais d'exploitation	Frais total	Diamètre économique
350	1697869,152	4502766,5	6200636	-
400	1796382,588	3685460,16	5481843	-
450	1895557,188	3070110,01	4965667	450
500	2080683,108	3019383,93	5100067	-

Le choix du diamètre a été imposé pour les paramètres suivants :

Technique : suivant le débit la perte de charge raisonnable et bonne vitesse entre 0,5 et 1,5 m/s;

Economique : suivant le choix de pompage et l'amortissement.

Pour ce qui est de la nature de la canalisation elle fait l'objet de choix du à la nature du terrain et les contraintes économiques du pays

VI.5-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

VI.5.1-L'irrigation localisée

à) 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 forte valeur ajoutée.
- Fonctionne avec du matériel délicat à durée de vie relativement faible.

VI.6-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

VI.6.1-Le réseau d'irrigation

Desservi par un réservoir, il englobe une superficie de 90,5 ha répartie en îlots comme suit :

Tableau VI.6:répartition des cultures sur la parcelle

superficie desservie par le réservoir	Cultures pratiquées	SUPERFICIE D'ILOT en HA
90,5 HA	abricotier	12
	abricotier	8,5
	pommier	8,5
	total	90,5

VI.6.2-Pour l'abricotier

Besoins en eau journaliers max :

$$B_{\max} = \text{ETM}_{\text{local}} = 3,56 \text{ mm/jour.}$$

Donc les besoins journaliers max correspond à $B_{\max} = \text{mm } 3,56 / \text{ jour}$ pour le mois de juil.

Temps maximum de travail :

Temps maximum journaliers de travail 20h/24h

Détermination des données de bases :

Surface a irriguée : $S(t) = 12 \text{ ha}$

Dose fictive apportée :

$$p(g) \square \frac{q(g)}{E(r) * E(a)}$$

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 $C_s = 0.7$

$K_r = 0.85$

$B_{net} = 3,56 \times 0,85 = 3$ mm /j

Besoins brut :

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

R_p = rendements de l'irrigation a la parcelle

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

$B_{brut} = 3 / 0.85 = 3,6$ mm/j

Calcul la dose nette pratique :

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

P : pourcentages de sol humidifié

$D_{p_{net}} = 83 \times 0,2 = 17$ mm

La dose brute pratique :

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

$D_{p_{brute}} = 17 / 0.85 = 20$ mm

La Fréquence d'arrosage sera :

$F = D_{net} / ETM = 17 / 3 = 6$ j

Durée de l'arrosage :

$$TF \square \frac{D_{p_{brute}}}{p(g)}$$

D_{p} : La dose brute pratique en (mm)

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

Dose fictive apportée :

$$p(g) \square \frac{q(g)}{E(r) * E(a)}$$

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

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

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

$$p(g) \square \frac{2x4}{6*4} \square 0,33mm/h$$

Durée de l'arrosage sera

$$TF \square \frac{20}{0,33}$$

$$TF \square 60h$$

Durée de l'arrosage journalier :

$$D = TF/F = 60/6 = 10 \text{ h}$$

Il faut augmenter nombre de goutte :

$$N_g = 4 \text{ donc } TF = 30h$$

La Durée de l'arrosage journalier :

$$D = TF/F = 30/6 = 5 \text{ h}$$

Nombre de postes :

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

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

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

F_{\min} = fréquence d'arrosage

$$N(p) \square \frac{6 \times 30}{5} \square 36 \text{ postes}$$

Surface d'un poste :

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

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

$N(p)$: Nombre de poste.

$$S(p) \square \frac{12}{36} = 0,33ha$$

Surface correspondant à une rampe :

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

$$Al = 60 \square 6 = 360 \text{ m}^2$$

$$Al = 360 \text{ m}^2$$

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.

$$N(r) = \frac{0,33 \times 10000}{360} = 9 \text{ rampes}$$

Nombre de goutteur par rampe :

$$N(g) = \frac{lr}{Ec} = \frac{60}{4} \times 4 = 60 \text{ goutteurs}$$

Tableau VI.7: calculs des paramètres pour l'abricotier

Paramètres calculées	P (g) mm/h	TF (h)	N (p)	S (p) ha	Al m ²	N(r)
Abricotier	0.33	30	36	0,33	360	9

Calculs hydrauliques :**Débit :**

$$Q_r = Q \cdot N \text{ g/r}$$

$$Q_p = Q_r \cdot N_r$$

Avec :

Q_r : Débit de rampeQ_g : Débit de goutteur

N g/r : Nombre des goutteurs par rampe

N_r : Nombre des rampes

$$Q_r = 60 \cdot 4 = 240 \text{ l/h} \quad Q_r = 0,10 \text{ l/s}$$

$$Q_p = 240 \cdot 9 = 2160 \text{ l/h} \quad Q_p = 0,61 \text{ l/s}$$

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

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

Ou : 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=10m de c. e ou 1 bar

La variation maximale du débit entre goutteur :

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% \quad \text{règle de Christiansen}$$

La variation maximale de la pression.

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

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

Avec :

$q(g)$: débit nominal du goutteur ;

$H(n)$: pression nominale.

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

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

La répartition de la perte de charge est :

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 :

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

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.

$$\varnothing (\text{cal}) = \frac{1,2 \times 2,75}{0,478 \times 60^{1,75}}^{-\frac{1}{4,75}}$$

240

$$\varnothing (\text{cal}) = 11,87 \text{ mm}$$

Tableau VI.8: calcul de D_{cal} de la rampe pour l'abricotier

Paramètres calculées	L r (m)	Q r (l/h)	h _l (m)	D _{cal} (mm)	D _n (mm)
résultat	60	240	1.2	11,87	20

Calcul diamètre de la porte- rampes :

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

Avec : Q(pr)

P.d.c (p r) : La perte de charge dans la porte- rampes

Q(p r) : Le débit de laporte- rampes en l/h ;

L(p r) : La longueur de la porte- rampes en m.

$$\varnothing (\text{cal}) = \frac{0,6 \times 2,75}{0,478 \times 53^{1,75}}^{-\frac{1}{4,75}} \quad \varnothing (\text{cal}) = 30,6\text{mm}$$

2160

Tableau VI.9:calcul de D_{cal} de la porte rampe pour l'abricotier

Paramètres calculées	L p r (m)	Q r (l/h)	Q pr (l/h)	h _l (m)	D _{cal} (mm)	D _n (mm)
résultat	53	240	2160	0.6	30,6	32

VI.6.3- 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 à $B_{\max} = 5,7 \text{ mm / jour}$ pour le mois de juil.

Surface occupée par cette culture et de 8,5 ha

Les calculs est résumé dans les tableaux suivants :

Tableau VI.10: 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	0.33	30	16	0,53	420	13

Tableau VI.11 : 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	70	280	1.2	13,06	20

Tableau VI.12 : 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	75,5	3640	0.6	39,6	40

VI.6.4-Diamètre de la conduite principe

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

$$Q_{cp} = Q_{pr \text{ abricotier}} + Q_{pr \text{ pommier}}$$

$$Q_{cp} = 2160 * 4 + 3640 * 5 = 26840 \text{ l/h}$$

$$Q_{cp} = 0,007 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\emptyset = \sqrt{0,007} = 0.086 \text{ m}$$

$$\emptyset_{cp} = 86,34 \text{ mm}$$

$$\emptyset_{cpn} = 90 \text{ mm}$$

VI.7-Equipement en ligne

Le long d'une canalisation divers accessoires sont installés pour :

Assurer un bon écoulement ;

Régulariser les pressions et mesurer les débits ;

Protéger les canalisations.

Les décharges servent à protéger les conduites. Elles sont placées aux points bas et sont constituées d'une canalisation piquée sur la génératrice inférieure, aboutissant à un regard maçonnerie.

VI.7.1-Les ventouses

Elles sont installées aux points hauts du réseau d'adduction, les ventouses ont trois fonctions :

De chasser en permanence l'air contenu dans les conduites ;

Chasser l'air à grands débits au cours des opérations de remplissage des conduites ;

De laisser pénétrer l'air à grand débit lors de vidange involontaire de la conduite afin d'éviter la mise en dépression ;

Les ventouses sont installées à la génératrice supérieure d'un tuyau et d'un robinet et elles sont distancées de 1000 entre elle.

Le dimensionnement des ventouses se fait en prenant en compte deux paramètres :

La pression de fonctionnement ;

La taille de la ventouse déterminée par celle du circuit d'évacuation de l'air dépend lui-même de débit d'air qui doit être chassé au introduit dans la conduite.

VI.7.2-Les vannes

VI.7.2.1-Robinet vanne

Seront placés à la fin de chaque tronçon, ce sont des vannes dites à fermeture lente, leur manœuvre n'apporte généralement pas de perturbations sensibles dans le réseau (vanne de sectionnement)

VI.7.2.2- Robinet papillon

Les robinets à papillon sont également prévues sur la ligne de notre adduction en vue de faciliter les réparations, on éventuelle ces robinets à papillons seront installées avec les vidanges. Ces appareils permettent une fermeture beaucoup plus rapide que les robinets ordinaires.

VI.7.3-Les ouvrages spéciaux

Clapet anti-retour, cônes, tés, coudes, vannes à flotteur,.....

Toutes les pièces spéciales sont fabriquées à la demande du maître de l'œuvre ces pièces peuvent comporter des brides à fin de pouvoir se raccorder aux robinets vanne par exemple.

VI.7.4- Les joints des conduites en frites béton

Les joints effectués sont :

- Disposes à cheval sur les tuyaux à assemblées, une couronne plate striée en acier ; ou matte, allant dans l'intervalle de la corde goudronnée et du plomb cordé, une bague armée et bétonnée entoure l'ensemble qui est coulé sur le chantier de pose. Tout cet ensemble peut aussi être remplacé par joint GIBLAULT spécial.
- Ou bien le raccordement effectuer par mâle et femelle avec un anneau de joint en caoutchouc

Conclusion

Après l'analyse de la variante de la conduite d'amené (de la STEP, jusqu'au réservoir projeté), on propose d'entamer cette variante dans le projet d'exécution pour les raisons suivantes :

- ▣ Existence de bassin de stockage au lieu de projection d'autre bassin.
- ▣ La conduite d'amené de la variante est plutôt réalisable.

D'autre part 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 générale

La zone d'étude à Ain el Turck au niveau de la wilaya d'ORAN, 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 SIDI TARIK, fait l'objet de ce projet de fin d'étude, il est situé à 6 km au Sud –Est de la station d'épuration et au Nord du village de BOUSFER.

Il est irrigué à partir d'une STEP située à 88m altitude au niveau de la commune d'AIN EL TURCK. Cette station est située est à proximité de Cap Falcon, à environ 1.5 km du Sud-Ouest et à 3km au Nord-Ouest d'Ain El Türck.

Un point représentatif du site a pour coordonnées Lambert suivants :

X = 697500,00 m Y = 3958900,00 m Z=88 m

Dont notre objectif et l'exploitation des eaux usées pour l'irrigation d'un périmètre après traitement de ces eaux et leur analyse et comparé avec les normes adaptées à l'irrigation, pour éviter tout risque sanitaire.

L'analyse réalisée de notre STEP montre que ces eaux usées épurées capable à l'irrigation donc on commençons notre travaille par le calcul des besoins des cultures on arrive à calculée un débit caractéristique la valeur trouvée et de $126.10^{-3}m^3/s$ avec ce débit dimensionne la conduite d'adduction PEHD de 6482m linaire de diamètre normalisée de 450mm vers un bassin de stockage vers le réseau de distribution goutte à goutte irriguée la parcelle de 42,5ha de pommier et 48 ha d'abricotier.

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 d'AIN EL TURCK, 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.

Bibliographies

- [1] **BAHBOUH, L. (2011)** Cours agro-pédologie ENSH Blida.
- [2] **MESSAHEL, M. (2012).** Cours irrigation, ENSH Blida.
- [3] **CLEMENT, R.GALAND, A. (1979) CROPWAT**, Un logiciel pour la planification et la gestion des systèmes d'irrigation. Irrigation par aspersion et réseau collectifs de Distribution sous pression.
- [4] **RIEUL, L. (1997)** Techniques d'irrigation de l'avenir et leur coût. In : Dupuy B.(ed.). *Aspects économiques de la gestion de l'eau dans le bassin méditerranéen*. Bari : CIHEAM, (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 31). **P 233-251**
- [5] **AZOUGGAGH, M. (2001)** Bulletin mensuel d'information et de liaison de pnnta (transfert de technologie en agriculture) : N81/juin. Rabat. **P 6.**
- [6] **TIERCELIN, J.R. (2006)** Traité d'irrigation .**P 1266.**
- [7] **Touaibia, B. (2004)** Manuel pratique d'hydrologie. ENSH Blida. **P 136.**
- [8] **J.P.LABORDE aidé de N.MOUHOUS HYDROLAB** c'est un ensemble de macro-commandes, de feuilles de calcul et de graphiques du tableau EXCEL qui permettent de réaliser les analyses statistiques élémentaires les plus courantes en hydrologie de surface
- [09] **Morin, N. (2011)** Agronome, Maîtrise en science du gazon LA QUALITÉ DE L'EAU D'IRRIGATION : UN FACTEUR À NE PAS NÉGLIGER.**P4**

ANNEXES

ANNEXE I

LES BESOINS EN EAUX

abricotier								
Mois	Pluie eff (mm)	ET0 (mm)	Kc	ET0*k_c (mm)	RFU (mm)	Besoins (mm)	Eff	Bbrut (mm)
Février	31,5	59,4	0,7	38,6	62,3	55,2	0,8	73,6
Mars	34,0	83,4	0,6	45,9	55,2	43,4	0,8	57,8
Avril	28,7	115,8	0,6	63,7	43,4	0,1	0,8	0,1
Mai	20,4	149,4	0,6	82,2	0,0	-61,8	0,8	-82,4
Juin	3,3	181,2	0,6	99,7	0,0	-96,4	0,8	-128,5
Juillet	1,3	203,1	0,6	111,7	0,0	-110,4	0,8	-147,2
Août	2,4	197,1	0,6	108,4	0,0	-106,0	0,8	-141,3
Septembre	9,7	149,1	0,6	82,0	0,0	0,0	0,8	0,0
Octobre	14,7	100,2	0,6	55,1	0,0	0,0	0,8	0,0
Novembre	28,1	66,6	0,7	46,6	0,0	0,0	0,8	0,0
Décembre	26,4	45,3	0,9	40,8	0,0	0,0	0,8	0,0
Total						-374,54		-499,4

PECHER								
Mois	Pluie eff (mm)	ET0(mm)	Kc	ET0*k_c (mm)	RFU (mm)	Besoins (mm)	Eff	Brut (mm)
Janvier	25,5	51,3	0,9	46,2	83	62,3	0,75	83,07
Février	31,5	59,4	0,65	38,6	62,3	55,2	0,75	73,60
Mars	34	83,4	0,55	45,9	55,2	43,3	0,75	57,73
Avril	28,7	115,8	0,55	63,7	43,3	8,3	0,75	11,07
Mai	20,4	149,4	0,55	82,2	8,3	-53,5	0,75	-71,33
Juin	3,3	181,2	0,55	99,7	0	-96,4	0,75	-128,53
Juillet	1,3	203,1	0,55	111,7	0	-110,4	0,75	-147,20
Août	2,4	197,1	0,55	108,4	0	-106	0,75	-141,33
Septembre	9,7	149,1	0,55	82	0	0	0,75	0,00
Octobre	14,7	100,2	0,8	80,2	0	0	0,75	0,00
Novembre	28,1	66,6	0,9	59,9	0	0	0,75	0,00
Décembre	26,4	45,3	0,9	40,8	0	0	0,75	0,00
Total						-366,3		-488,4

Pommier

Mois	Pluie eff (mm)	ET0(mm)	Kc	ET0*kc (mm)	RFU (mm)	Besoins (mm)	Eff	Bbrut (mm)
Janvier	25,5	51,3	0,7	35,9	83	72,6	0,75	96,8
Février	31,5	59,4	0,7	41,6	72,6	62,5	0,75	83,3
Mars	34	83,4	0,5	41,7	62,5	54,8	0,75	73,1
Avril	28,7	115,8	0,5	57,9	54,8	25,6	0,75	34,1
Mai	20,4	149,4	0,5	74,7	25,6	-28,7	0,75	-38,3
Juin	3,3	181,2	0,5	90,6	0	-87,3	0,75	-116,4
Juillet	1,3	203,1	0,5	101,6	0	-100,3	0,75	-133,7
Août	2,4	197,1	0,9	177,4	0	-175	0,75	-233,3
Septembre	9,7	149,1	0,95	141,6	0	0	0,75	0,0
Octobre	14,7	100,2	0,95	95,2	0	0	0,75	0,0
Novembre	28,1	66,6	0,95	63,3	0	0	0,75	0,0
Décembre	26,4	45,3	0,95	43	0	0	0,75	0,0
Total						-391,3		-521,7

POIRIER

Mois	Pluie eff (mm)	ET0(mm)	Kc	ET0*kc (mm)	RFU (mm)	Besoins (mm)	Eff	Bbrut (mm)
Janvier	25,5	51,3	0,85	43,6	83	64,9	0,75	86,5
Février	31,5	59,4	0,7	41,6	64,9	54,8	0,75	73,1
Mars	34	83,4	0,5	41,7	54,8	47,1	0,75	62,8
Avril	28,7	115,8	0,5	57,9	47,1	17,9	0,75	23,9
Mai	20,4	149,4	0,5	74,7	17,9	-36,4	0,75	-48,5
Juin	3,3	181,2	0,5	90,6	0	-87,3	0,75	-116,4
Juillet	1,3	203,1	0,75	152,3	0	-151	0,75	-201,3
Août	2,4	197,1	0,95	187,2	0	-184,8	0,75	-246,4
Septembre	9,7	149,1	0,95	141,6	0	0	0,75	0,0
Octobre	14,7	100,2	0,95	95,2	0	0	0,75	0,0
Novembre	28,1	66,6	0,95	63,3	0	0	0,75	0,0
Décembre	26,4	45,3	0,95	43	0	0	0,75	0,0
Total						-459,5		-612,7

PRUNIER

Mois	Pluie eff (mm)	ET0(mm)	Kc	ET0*kc (mm)	RFU (mm)	Besoins (mm)	Eff	Bbrut (mm)
Janvier	25,5	51,3	0,75	38,5	83	70	0,75	93,3
Février	31,5	59,4	0,65	38,6	70	62,9	0,75	83,9
Mars	34	83,4	0,55	45,9	62,9	51	0,75	68,0
Avril	28,7	115,8	0,55	63,7	51	16	0,75	21,3
Mai	20,4	149,4	0,55	82,2	16	-45,8	0,75	-61,1
Juin	3,3	181,2	0,55	99,7	0	-96,4	0,75	-128,5
Juillet	1,3	203,1	0,75	152,3	0	-151	0,75	-201,3
Août	2,4	197,1	0,9	177,4	0	0	0,75	0,0
Septembre	9,7	149,1	0,85	126,7	0	0	0,75	0,0
Octobre	14,7	100,2	0,9	90,2	0	0	0,75	0,0
Novembre	28,1	66,6	0,9	59,9	0	0	0,75	0,0
Décembre	26,4	45,3	0,9	40,8	0	0	0,75	0,0
Total						-293,2		-390,9

OLIVIER

Mois	Pluie eff (mm)	ET0(mm)	Kc	ET0*kc (mm)	RFU (mm)	Besoins (mm)	Eff	Bbrut (mm)
Janvier	25,5	51,3	0,7	35,9	83	72,6	0,75	96,8
Février	31,5	59,4	0,7	41,6	72,6	62,5	0,75	83,3
Mars	34	83,4	0,65	54,2	62,5	42,3	0,75	56,4
Avril	28,7	115,8	0,7	81,1	42,3	-10,1	0,75	-13,5
Mai	20,4	149,4	0,7	104,6	0	-84,2	0,75	-112,3
Juin	3,3	181,2	0,7	126,8	0	-123,5	0,75	-164,7
Juillet	1,3	203,1	0,7	142,2	0	-140,9	0,75	-187,9
Août	2,4	197,1	0,7	138	0	-135,6	0,75	-180,8
Septembre	9,7	149,1	0,7	104,4	0	0	0,75	0,0
Octobre	14,7	100,2	0,7	70,1	0	0	0,75	0,0
Novembre	28,1	66,6	0,7	46,6	0	0	0,75	0,0
Décembre	26,4	45,3	0,7	31,7	0	0	0,75	0,0
Total						-494,3		-659,1

TOMATE

Mois	Pluie eff (mm)	ET0(mm)	Kc	ET0*kc (mm)	RFU (mm)	Besoins (mm)	Eff	Bbrut (mm)
Janvier	25,5	51,3		0	83	108,5	0,75	144,7
Février	31,5	59,4		0	83	114,5	0,75	152,7
Mars	34	83,4	0,6	50	83	67	0,75	89,3
Avril	28,7	115,8	1	115,8	67	-20,1	0,75	-26,8
Mai	20,4	149,4	1,15	171,8	0	-151,4	0,75	-201,9
Juin	3,3	181,2	1,15	208,4	0	-205,1	0,75	-273,5
Juillet	1,3	203,1	0,8	162,5	0	-161,2	0,75	-214,9
Août	2,4	197,1		0	0	2,4	0,75	3,2
Septembre	9,7	149,1		0	2,4	12,1	0,75	16,1
Octobre	14,7	100,2		0	12,1	26,8	0,75	35,7
Novembre	28,1	66,6		0	26,8	54,9	0,75	73,2
Décembre	26,4	45,3		0	54,9	81,3	0,75	108,4
Total						-537,8		-717,1

OIGNON

Mois	Pluie eff (mm)	ET0(mm)	Kc	ET0*kc (mm)	RFU (mm)	Besoins (mm)	Eff	Bbrut (mm)
Janvier	25,5	51,3		0	83	108,5	0,75	144,67
Février	31,5	59,4		0	83	114,5	0,75	152,67
Mars	34	83,4	0,7	58,4	83	58,6	0,75	78,13
Avril	28,7	115,8	0,9	104,2	58,6	-16,9	0,75	-22,53
Mai	20,4	149,4	1,05	156,9	0	-136,5	0,75	-182,00
Juin	3,3	181,2	0,85	154	0	-150,7	0,75	-200,93
Juillet	1,3	203,1		0	0	1,3	0,75	1,73
Août	2,4	197,1		0	1,3	3,7	0,75	4,93
Septembre	9,7	149,1		0	3,7	13,4	0,75	17,87
Octobre	14,7	100,2		0	13,4	28,1	0,75	37,47
Novembre	28,1	66,6		0	28,1	56,2	0,75	74,93
Décembre	26,4	45,3		0	56,2	82,6	0,75	110,13
Total						-304,1		-405,5

POIVRON

Mois	Pluie eff (mm)	ET0(mm)	Kc	ET0*kc (mm)	RFU (mm)	Besoins (mm)	Eff	Bbrut (mm)
Janvier	25,5	51,3		0	83	108,5	0,75	144,7
Février	31,5	59,4		0	83	114,5	0,75	152,7
Mars	34	83,4		0	83	117	0,75	156,0
Avril	28,7	115,8	0,6	69,5	83	42,2	0,75	56,3
Mai	20,4	149,4	0,85	127	42,2	-64,4	0,75	-85,9
Juin	3,3	181,2	1,05	190,3	0	-187	0,75	-249,3
Juillet	1,3	203,1	0,9	182,8	0	-181,5	0,75	-242,0
Août	2,4	197,1		0	0	2,4	0,75	3,2
Septembre	9,7	149,1		0	2,4	12,1	0,75	16,1
Octobre	14,7	100,2		0	12,1	26,8	0,75	35,7
Novembre	28,1	66,6		0	26,8	54,9	0,75	73,2
Décembre	26,4	45,3		0	54,9	81,3	0,75	108,4
Total						-432,9		-577,2

ANNEXE II

Cultures	Durée de phases de développement (jour)					Coefficient Cultural ke			Date de semis ou plantation
	init.	dev.	mi-sai	arri-sai	durée du cycle	ke int.	ke mid.	ke fin.	
Pomme de terre									
Saison	25	30	45	30	130	0,5	1,15	0,75	20-fév.
Primeur	20	30	30	25	105	0,5	1,15	0,75	15-nov.
Arri-saison	30	40	60	35	165	0,5	1,15	0,75	25-août
Tomate	30	40	45	30	145	0,6	1,15	0,8	02-mars
Tomate indus.	20	35	35	30	120	0,6	1,15	0,8	15 mars
Poivron	30	40	40	20	130	0,6	1,05	0,9	10-avr.
Oignon et ail	25	35	40	20	120	0,7	1,05	0,85	30-janv.
Courgette	25	35	25	15	100	0,5	1	0,8	25-mars
Choux	40	60	50	15	165	0,7	1,05	0,9	05-sep.
Fève en vert	20	30	35	15	100	0,5	1,15	1,1	20-nov.
Haricot vert	20	30	30	10	90	0,5	1,05	0,9	15-mars
Petit pois	20	30	35	15	100	0,5	1,15	1,1	10-déc.
Carotte	30	40	60	20	150	0,7	1,05	0,95	20-sep.
Pastèque	20	30	30	30	110	0,4	1	0,75	01-avr.
Autres légumes	20	30	30	15	95	0,7	1,05	0,95	03-mars
Luzerne	150	30	150	35	365	0,4	0,95	1,15	05-oct.
									Reverd.
Agrumes	60	90	120	95	365	0,7	0,65	0,7	28-fév.
Vignes	180	50	75	60	365	0,3	0,85	0,45	20-fév.
Abricotier	245	10	65	45	365	0,55	0,9	0,65	11-fév.
Amandier	190	35	105	35	365	0,4	0,9	0,65	30-janv.
Pêcher	200	35	100	30	365	0,55	0,9	0,65	10-fév.
Prunier	130	50	130	55	365	0,55	0,9	0,65	10-mars
Pommier	140	30	125	70	365	0,5	0,95	0,7	28-fév.
Poirier	125	50	130	60	365	0,5	0,95	0,7	01-mars
Néflier	140	45	120	60	365	0,5	0,95	0,7	01-oct.
Autres arbres	155	50	130	30	365	0,55	0,9	0,65	28-fév.

Source : Diverses sources

ANNEXE III

GUIDE D'ESTIMATION DE P

(p = pourcentage de sol humidifié pour divers débits de distributeurs et divers espacements entre rampes et entre distributeurs dans le cas d'une seule rampe, rectiligne, équipée de distributeurs uniformément espacés délivrant une dose de 40 mm par arrosage sur l'ensemble de la surface)

Ecartement entre rampes S _r en m	Débit des distributeurs																
	moins de 1,5 l/h		2 l/h		4 l/h		8 l/h		Plus de 12 l/h								
	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F		
	Espacement recommandé des distributeurs sur la rampe, S _d en m en sol de texture grossière (G), moyenne (M), fine (F)																
0,2	0,5	0,9	0,9	0,3	0,7	1,0	0,6	1,0	1,3	1,0	1,3	1,0	1,3	1,7	1,3	1,6	2,0
	Pourcentage en sol humidifié p %																
0,8	38	88	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,0	33	70	100	40	80	100	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,2	25	58	92	33	67	100	67	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,5	20	47	73	26	53	80	53	80	100	80	100	80	100	100	100	100	100
2,0	15	35	55	20	40	60	40	60	80	60	80	60	80	100	80	100	100
2,5	12	28	44	16	32	48	32	48	64	48	64	48	64	80	64	80	100
3,0	10	23	37	13	26	40	26	40	53	40	53	40	53	67	53	67	80
3,5	9	20	31	11	23	34	23	34	46	34	46	34	46	57	46	57	68
4,0	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	30	40	50	40	50	60
4,5	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	26	36	44	36	44	53
5,0	6	14	22	8	16	24	16	24	32	24	32	24	32	40	32	40	48
6,0	5	12	18	7	14	20	14	20	27	20	27	20	27	34	27	34	40