

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE
«ARBAOUI Abdellah »

DEPARTEMENT SPECIALITES

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN HYDRAULIQUE.

Spécialité : Conception Des Systèmes d'Irrigation et de Drainage

THEME :

**Evaluation de la qualité de l'eau du petit barrage de
khneg sidi Ibrahim pour l'irrigation efficiente des
terres
(w. Laghouat)**

Présenté par :
M^r LAIB Djamel

Promoteur :
M^r RAISSI Omar

Devant le jury composé de :

President: M^r O.KHODJET- KESBA
Examineurs : M^{me} D . DJODAR
M^{me} S . OUIR
M^{me} W. AZIEZ
M^r M.DJELLAB

oct /2008

TM Remerciement ~

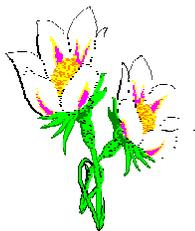
Au terme de cette étude, je tiens à exprimer mes vifs remerciements :

+ A mon promoteur Mr RAISSI Omar pour ces conseils et ses consultations qui m'ont tout aidé a la réalisation de mon projet.

+ A tout le corps enseignants et le personnel de l'ENSH qui ont contribuer de prés où de loin a ma formation.

+ Aux membres de jury qui auront à juger et à apprécier ce travail.

+ Je tiens aussi a remercier mes amis qui m'ont aidé pendant la réalisation de projet.

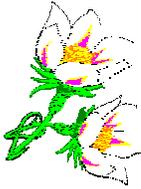


LAIB Djamel

TM Dédicaces ~

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissances et de respect :

- + A ma mère et mon père pour tous les sacrifices qu'ils ont consenti à mon égard.*
- + A ma nation islamique surtout :Palastine;Iraque.*
- + A tous mes frères et sœurs.*
- + A toute mes grandes familles : LAIB et BIAAT.*
- + A tou(s) mes ami(s).*
- + Toute ma promotion, en générale et tous les étudiants de l'option irrigation et drainage en particulier .*



LAIB Djamel

الملخص:

لاحظنا أن مشكل نوعية مياه السدود المخصصة للسقي أصبح الشغل الشاغل لمهندسي العصر، وذلك من أجل سقي فعال الذي يؤدي إلى إنتاج زراعي جيد .
لذا حاولنا في هذا العمل المتواضع المساهمة في إيجاد الحلول وذلك من خلال تحليل مياه سد خنق سيدي إبراهيم من أجل الاستفادة من مياه هذا الأخير.

Résumé :

Actuellement, on a remarquer que la qualité des eaux du barrage c'est un grand problème qui est handicapé les hydrauliciens ;pour une irrigation efficiente qui contribue à bonne production agricole .

Dans ce modeste travail, nous avons essayé d'évaluer la qualité de l'eau au niveau du barrage de khneg sidi Ibrahim pour mieux rationaliser ces eaux du barrage.

Summary

In the quality of dam's waters used in irrigation is a very important subject for ingeneers.and that for an efficacy irrigation then a good agricol production. In this work, we have tried to analyse the water of khneg sidi ibrahim's dam in order to better use of it.

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE

Chapitre I : LOCALISATION DE LA REGION D'ETUDE

I-1-Situation géographique	01
I-2- Situation administratif.....	01
I-3-reseau routier:....	03
I-4-géologie :.....	03
I-5-L'hydrogéologie.....	04

Chapitre II: CLIMATOLOGIE DE LA REGION

II-1 : introduction :.....	05
II -2 : Caractéristiques climatiques :.....	05
II. 2-1 La température	05
II.2- 2 L'évaporation :.....	06
II 2-.3 Humidité relative de l'aire :	06
II-2-4 Les vents dominants :	06
II-2-5 la gelés blanche	06
II-2-6La grêle	07
II-2-7 : la nébulosité:.....	07
07.. II-2-8 : le brouillard:.....	07
II-2-9 : La pluviométrie :.....	08
II.3. indices climatiques:.....	09
II -3-1indice d'aridité de MARTONNE :.....	09
II :3-2indice pluviométrique annuelle (MORAL 1964) :	10
II.4-Classification de climat :.....	10
II.4-1-Classification du climat selon l'indice de MARTON :.....	10
....11 II.4-2-Classification de climat selon le diagramme d'emberger.....	11
II-4-3Climogramme pluviométrique de BAGNOULS ET GAUSSEN :.....	12
II-5 Conclusion :.....	13

Chapitre III:RESSOURCE EN EAU SOUTERRAINE

III-1-geologie de la cuvette.....	14
III-2 hydrogeologie de la cuvette.....	15
III-3-horizons aquifères:.....	15
III-3-1-Aquifere du complexe gréseux (barrémien).....	15
III-3-2-Aquifère du portlandien :	15
III-3-3-Aquifère kimméridgien terminal à portlandien :.....	15
III-4-la piezometrie :.....	15
III-4-1-Inventaire des points d'eau	15
III-4-2-Elaboration de la carte piezométrique :.....	16
III-4-3-Interprétation de la carte piezométrique :.....	16
III-4-4-Les zones d'alimentation :	16
III-4-5-Zone favorable à l'exploitation :.....	16
III-5-gradient hydraulique:.....	16
III-6-conclusion.....	18

chapitre IV:CARACTERISTIQUE DU BARRAGE

IV-1 introduction:.....	19
IV -2 but de l'ouvrage:.....	19

IV -3 contexte de l'étude:	19
IV -3-1 localisation	19
IV -3-2 Contexte géologique	20
IV -3-3 Contexte hydrologique :.....	20
IV -4 situation actuelle.....	23
IV -4-1 mise en point sur l'étude:.....	23
IV -4-2 situation sur le site sidi Ibrahim :.....	24
IV -5 Hydrologie	25
IV -5-1 ajustements a la loi de GUMBLE.....	25
IV -5-2 déterminations de la précipitation Pmoy80% :.....	28
Chapitre V: QUALITE D'EAU D'IRRIGATION	
V -1 :Paramètres pour évaluation de la qualité d'eau	29
V -2 :les problèmes elles plus communs :.....	29
V -3-Classification des eaux pour l'irrigation :	30
V -3-1-Classification mondiale (F.A.O) :.....	30
V -3-2-Classification Russe :.....	30
V -3-3-Classification Américaine :	30
V 3-3-1 Pour la conductivité électrique C.E :.....	31
V -3-3-2-1 :Pour coefficient d'adsorption du sodium S.A.R (Sodium Absorption Ration) :.....	32
V -3-3-2-3:Pour coefficient carbonate de sodium résiduel (RSC) :.....	33
V -3-3-3 : selon le diagramme de classification des eaux d'irrigation «correspondant aux couples « risque salins,alcalins »	33
Chapitre :VI EVALUATION DE LA QUALITE D'EAU DU BARRAGE	
VI -1 L'évaluation de la qualité d'eau dans l'amont des sources de sebgag"amont du barrage " :.....	35
VI-1-1 localisation des sources :.....	35
VI-1-2 hydrochimie des sources :.....	35
VI-2Les eaux souterraines :.....	36.
..38... VI-3 Les eaux au niveau du barrage de khneg sidi Ibrahim:.....	38
VI-3-1Résultat des analyses au niveau du barrage :.....	38
VI-3-2Interprétation des résultats	38
VI-4 Conclusion :.....	38
chapitre VII: APTITUDE DES SOLS EN IRRUGUE	
39... VII :Pédologie de la région :	39
VII-1 Caractéristiques des sols:	39
VII-1-1 classe des sols minéraux brutes :.....	39
VII-1-1-1 Sous classe non climatique	39
VII-1-1-1-1 Groupe d'apport alluvial-modal.....	39
VII-1-2 Classe des sols peu évolués :.....	39
VII-1-2-1Les sols alluviaux modaux	39
VII-1-2-2 Sol alluviaux humifère	40
VII-1-2-3 Sol colluviaux modaux :.....	41
VII-1-3 Classe isohumique:.....	42
VII-1-3-1 Sols marrons –modaux:.....	42
43... .. VII-1-3-2 Sol marrons vertique:.....	44
VII-1-3-3 Sol marrons halomorphes :	44
VII-2 Aptitude pour l'irrigation:.....	46
VII-2-1 generalite:.....	46
VII-2-2 Mise en valeur :.....	47
VII-2-2-1 Les groupes de sol:.....	47

chapitre VIII: MDES ET TECHNIQUES D'IRRIGATION

VIII-1- Introduction :	51
VIII-2- Les différents techniques d'irrigation :	51
VIII-2-1- L'irrigation de surface :	51
VIII-2-1-1- Irrigation par ruissellement :	51
53	VIII-2-1-2-Irrigation par submersion :
VIII-2-1-3-L'irrigation mixte.....	55
VIII-2-2- L'irrigation par aspersion :	55
VIII-2-3-L'irrigation localisée	57
VIII-2-4 Les techniques d'irrigation de sub-surface ou sous-terrain :.....	58
VIII-3- Les avantages et les inconvénients des techniques d'arrosages.....	59
VIII-3-1- Techniques d'irrigation de surface.....	59
VIII-3-2- Techniques d'irrigation sous pression.....	59
VIII-3-3- L'irrigation localisée:.....	60
VIII-3-4- L'irrigation souterraine.....	60
VIII-4- Choix des techniques d'irrigation :.....	61
VIII-5- Travaux et aménagements recommandés.....	62
VIII-5-1- Les amendements organiques.....	62
VIII-5-2- La fertilisation.....	62
VIII-5-3- Les brise vents.....	62
VIII-6- Les contraintes à la mise en valeur	62
VIII-6-1- Les contraintes climatiques :.....	62
VIII-6-2- Les contraintes édaphiques.....	63
VIII-7 conclusion:.....	63

CONCLUSION GENERALE

Annexes

Bibliographie

Liste des figures

.....02	Google maps view of Gueltat sidi saad	Figure n°01 :
Figure n°02: plan de situation de la zone d'étude.....		02
Figure n°:03 : Graphes de température.....		05
Figure n°:4: Graphes de bioclimatique d'EMBERGER.....		12
Figure n°05 : Graphes de BAGNOLS GUAUSSEN.....		12
figure n°:06 localisation du barrage.....		20
Figure. n°07: Bassin Versant de Sebgag.....		22.
Figure n° :08 :vidange de fond et prise d'eau.....		24
Figure n°09 :excavations réalisés dans l'axe du barrage.....		25
Figure n°10 : ajustement a une loi de GUMBL.....		28.
Figure.n°11: Irrigation par planche de ruissellement.....		52
Figure n°:12: Irrigation à la raie.....		53
Figure.n°:13: Irrigation par submersion.....		54
Figure.n°14 : Partie essentielle d'une installation en aspersion classique.....		56

..... Figure
n°:15: Partie essentielle d'une installation localisée

Liste des tableaux

Tableau n°01 : Répartition mensuelle de la température.....	05
Tableau n°02 : Répartition mensuelle de l'évaporation.....	06
Tableau n°03 : Répartition mensuelle des humidités relative.	06
Tableau n°04 : Vitesses moyennes mensuelles des vents	06
Tableau n°05 Répartition mensuelles de la geles.....	07
Tableau n°06: Répartition mensuelle de la grele.....	07
Tableau n°07: Répartition mensuelle de la nébulosité.....	07
Tableau n°08: Répartition mensuelle de la brouillard	07
Tableau n°09 : la station pluviométrique.....	08
Tableau n°10: Répartition mensuelle des pluies.....	08
Tableau n°11 : Répartition de l'indice d'aridité de MARTONNE.....	09
TABLEAU n°12 : classification de climat selon MARTON.....	11
Tableau n° 13: Log hydrogéologique.....	17
Tableau n°14 :paramètres physico morphologiques du bassin versant	21
Tableau n°15 : caractéristiques de la digue.....	23
Tableau n°16: chronologie des études	23
Tableau n°17: consistance prévue des travaux	24
27 Tableau n°18: ajustement de GUMBL.....	27
Tableau n°19:les valeurs théoriques d'après hydrolab.....	27
Tableau n°20 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique	31
33 .Tableau n°21: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique....	33
Tableau n°22 :Analyse chimique de la nappe du synclinal d'aflou « A.N.R.H ».....	37
Tableau n°23:résultat des analyses.....	38
tableau n°24 :sol peu évolue d'apport alluvial modaux.....	40
tableau n°25: Sol peu évolué d'apport alluvial humifère.....	41
.42tableau n°26: Sol peu évolué d'apport colluvial-modaux.....	42
Tableau n°27: Sol isohumique, marrons-modaux.....	43
Tableau n° 28: Sol isohumique, marrons-vertiques.....	44
Tableau n°29: Sol isohumique,marrons-halmorphe.....	45

Liste des annexes

Annexe n°01: la carte piezometrique du synclinal d'aflou.
Annexes n°02: photos du barrage
Annexe n°03: diagramme des classification des eaux d'irrigation
Annexes n°04: types des cultures

Liste des plans

Plan n°01: carte piezometrique du synclinal d'Aflou
Plan n°02: carte pédologique de khneg sisi Ibrahim
Plan n°03: carte aptitude en irrigue de khneg sisi Ibrahim

INTRODUCTION GENRALE

L'eau est une ressource rare est précieuse, indispensable pour tout développement agricole et industriel, c'est la source de la vie, sa demande est en croissance permanente, pour satisfaire les besoins en AEP et irrigation nous sommes dans l'obligation de mobiliser cette eau pour cela on est amené à construire des ouvrages hydrauliques à savoir les barrages.

Les barrages dans le monde ont pour les buts suivants:

-l'irrigation.

-alimentation d'eau potable (AEP).

-l'industrie.

Mais la destination la plus importante c'est l'irrigation puisque l'historique des barrages argumente la destination surtout pour l'irrigation car le premier barrage était réalisé avant 5000ans durant la première pyramide construite dans l'egypte .ce barrage était destiné pour l'irrigation .

Mais le problème qui se pose pour tous les barrages la qualité d'eau. Pour cette raison nous avons évalué la qualité d'eau du barrage de khneg sidi Ibrahim en vue d'irrigation des terres agricole sans impact sur l'environnement.

A fin de mieux aborder ce travail .nous avons élaboré huit chapitres qui sont :

-On présentera en premier lieu la présentation générale de khneg sidi Ibrahim et leur climatologie, puis nous allons aborder les ressources en eau souterraine et par la suite la qualité d'eau d'irrigation.

On s'intéresse également à l'évaluation de la qualité d'eau du barrage khneg sidi Ibrahim.

Le sixième chapitre concerne l'aptitude des sols pour l'irrigation et en fin le dernier chapitre c'est les techniques et modes d'irrigation.

Chapitre I

Presentation generale de la zone d'etude

I-Localisation de la région d'étude:

I-1-Situation géographique :la zone d'étude est située dans la région sud ouest d'Algérie ,dans la wilaya de Laghouat .

La zone appartient au bassin d'aflou qui fait partie d'un très grand bassin des hauts plateaux oranais et s'étend au piémont septentrional de l'atlas saharien.

I-2- Situation administratif: l'aire d'étude s'étend sur le territoire de la wilaya de Laghouat.

Le village le plus proche de la zone d'étude est: oued touil qui appartient à la commune de gueltat sidi Saad.

Cette dernière est limitée:

A l'est la commune de sidi bouzid.

A nord la commune de Ain Deheb"w.de Tiaret".

A l'ouest les communes de Ain Sidi Ali ;Brida;et Hadj Michri.

Au sud la commune d'aflou.

Alternates names : Bordj de Gueltat Sidi Saad

Coordinates

UTM : DT09

Geographical coordinates in decimal degrees (WGS84)

Latitude : 34.297

Longitude : 1.941

Geographical coordinates in degrees minutes seconds (WGS84)

Latitude : 34 17' 50"

Longitude : 1 56' 27"



Google maps view of Gueltat sidi saad Figure n°01 :

PLAN DE SITUATION

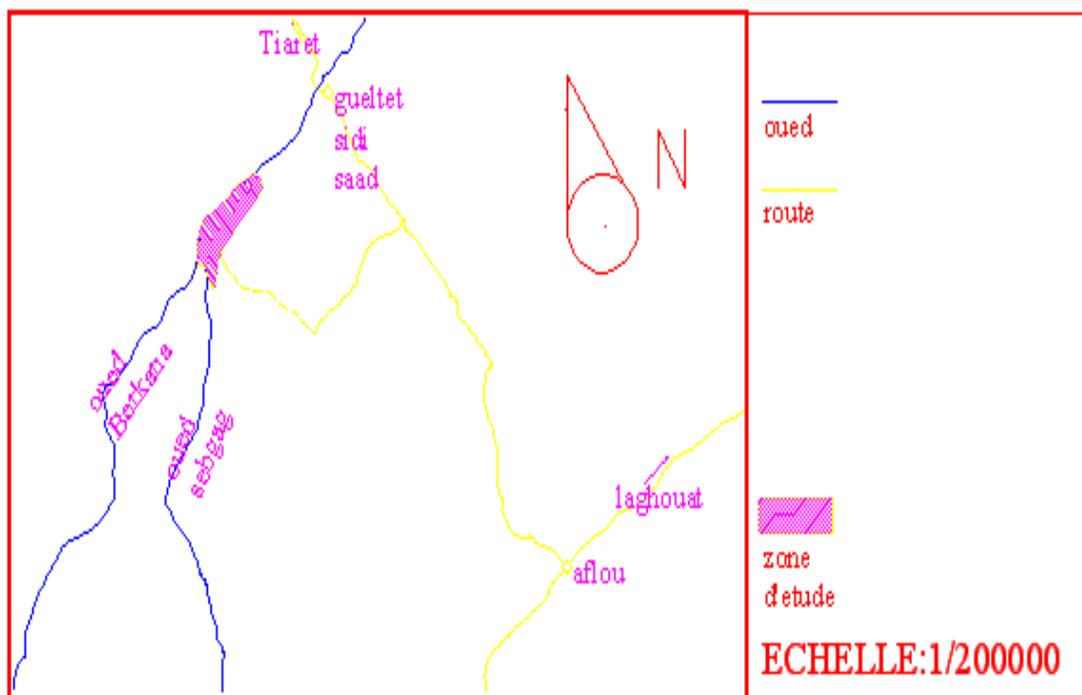


Figure n°02: plan de situation de la zone d'étude

I-3-reseau routier:

Le réseau routier dans la zone d'étude se présente comme suite:

Route nationale n°23 "Aflou vers El Bayadh" dans l' Est de la zone d'étude.

Route nationale n°47 "Aflou vers Tiaret" dans le sud de la zone d'étude.

La route entre la zone d'étude et le village de l'oued Touil n'est pas goudronnée "piste" environ 5km. Mais tous les chemins qui arrivent dans le village de oued touil sont goudronnés

I-4-géologie : La région étudiée est localisée dans l'atlas saharien central ou le Djebel

Amour correspondant à une chaîne plissée lors de l'orogénèse alpine caractérisée:

- Du point de vue technique, peu d'ensemble de plis coiffés à flancs divers séparés par des synclinaux parfois perchés facilitant les communications Nord-Sud et Est- Ouest et limités au nord par l'accident nord atlasique et au sud par la flexure sud atlasique ou saharienne.

- Du point de vue stratigraphique les monts du Djebel Amour sont essentiellement constitués par des formations mésozoïques qui se sont déposées à l'origine dans un sillon subsident et que l'on peut subdiviser selon quatre ensembles principaux :

* Des argiles gypso-salines accompagnées de roches éruptives attribuées au Trias et affleurant généralement au niveau des grands accidents.

* Une alternance de calcaires, de grès, et de marno-calcaires avec au sommet une série carbonates oolithique comportant de rares bancs de grès , de marnes et d'argiles (Jurassique supérieur ou Malm).

* Une série détritique argilo-greaseuse comportant à divers niveaux des passées carbonatées (Bajocien supérieur -Albien).

* Des argiles à gypses et bancs dolomitiques surmontés de calcaires dolomitiques (Cenomanien-Turonien).

Selon G.B.M Flamand (1911) et R Dresnay (1962) les terrains jurassiques diminuent d'épaisseur vers l'est ou ils sont remplacés par des terrains crétacés.

I-5-L'hydrogéologie:

Les nappes phréatiques du périmètre sont profondes, elles sont alimentées, par des nappes se trouvant près des montagnes.

L'écoulement des eaux se fait vers l'oued sebgag.

L'irrigation se fait à partir des eaux d'oued sebgag.

Chapitre II

Climatologie de la région

II-1 : introduction :

la connaissance des facteurs climatiques est indispensable pour quantifier les ressources en eau et déterminer la part de l'eau qui ruisselle dans l'oued et qui s'infiltré dans les nappes ,constituant ainsi les ressources disponibles.

II -2 : Caractéristiques climatiques :

II. 2-1 La température :

De manière générale, le climat de la région est de type semi aride caractérisé par un été sec et chaud et un hiver relativement humide.

La température moyenne de la région est de 13.1 °c et la répartition mensuelle est la suivante :

Tableau n°:01 : Répartition mensuelle de la température.

Mois	sep	oct	nov	déc	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juill	Août
Tmin (C°)	15.15	9.85	5.2	2.15	2.5	1.65	4.95	6.25	11.6	17.35	20.4	18.85
Tmax (C°)	22.95	18.1	12.4	8.65	7.9	7.6	12.15	14.65	19.55	23.75	27.9	28.25
T moy(C°)	19.05	13.95	8.35	4.8	4.3	3.5	8.3	10.85	15.7	20.4	24.05	23.95

Source ANRH (2003) (W.DJELFA)

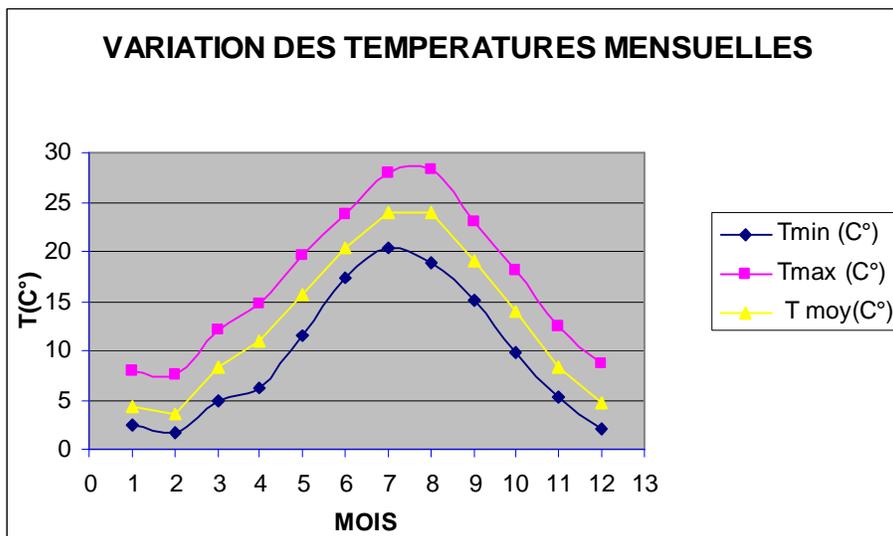


Figure n°:03 : Graphes de température

II.2- 2 L'évaporation :

L'évaporation totale mesurée dans la région peut atteindre 1500 mm/an, La répartition mensuelle de l'évaporation est donnée dans le tableau suivant :

Tableau n°:02 : Répartition mensuelle de l'évaporation.

Mois	sep	oct	nov	déc	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juill	Août
Evaporation (mm) à 07 ^h	73.2	50.6	20.2	20.2	31.2	31.2	51	51.4	91.8	96.6	134.1	111.2
Evaporation (mm) à 19 ^h	165.3	117.5	73.1	73.1	68.6	63.1	102.1	128.1	158.8	197.8	234.6	206.6

Source ANRH(2003) (W.DJELFA)

II-2-.3 humidité relative de l'aire d'etude :

L'humidité relative interannuelle est égale à 53 %, les valeurs extrêmes sont 73% dans le mois de décembre et 32% dans le mois de juillet, août.

La répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air est donnée dans le tableau suivant:

Tableau n°:03 : Répartition mensuelle des humidités relative.

Mois	sep	oct	nov	déc	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juill	Août
Humidité (%)	46	57	64	73	67	67	59	52	45	36	32	32

Source ANRH(2003) (W.DJELFA)

II-2-4 Les vents dominants :

Les directions dominantes des vents sont celles de l'Ouest au Nord – ouest.

Tableau n°04 : Vitesses moyennes mensuelles des vents

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aou	sep	oct	nov	dec
V (m/s)	3.1	3.17	3.12	3.67	3.02	3.32	2.43	2.68	3.12	2.35	2.48	2.58

Source ANRH (2003) (W.DJELFA)

II-2-5 la gelés blanche : est un dépôt de glace, d'aspect cristallin, provenant de la sublimation de la vapeur d'eau contenue dans l'air ambiant.

Les fréquences moyennes mensuelles et annuelles de jours de gelées blanches sont mentionnées dans le tableau suivant :

Tableau n°:05 Répartition mensuelles de la geles

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aou	sep	oct	nov	dec
	13.3	6.4	5.2	1.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	4.7	10.0

Source ANRH(2003) (W.DJELFA)

II-2-6: La grêle :la grêle est la précipitation de particules de glace (grêlons) de forme sphéroïdale ou irrégulière dont le diamètre est compris entre 5mm et 50mm.

Les moyennes mensuelles et annuelles du nombre de jour de grêle d'gueltat sidi Saad sont reportées sur le tableau :

Tableau n°06: Répartition mensuelle de la grele

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aou	sep	oct	nov	dec
Nbre des jours	0.1	0.3	0.4	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.3

Source ANRH (2003) (W.DJELFA)

II-2-7 : la nébulosité:

La nébulosité est la fraction du ciel couverte par les nuages exprimée en dixième de zéro à dix.la valeur zéro est prise pour un ciel claire et dix pour un ciel complétement couvert.

Tableau n°07: Répartition mensuelle de la nébulosité

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aou	sep	oct	nov	dec
pourcentage	3.6	4.2	3.4	4.0	3.7	2.4	1.7	2.3	2.7	3.1	3.5	3.7

Source ANRH(2003) (W.DJELFA)

II-2-8 :le brouillard:

Le brouillard est la présence de gouttelettes d'eau dans l'eau dans l'atmosphère, celles-ci réduisent la visibilité horizontale à moins de 1 Km.

Tableau n°08: Répartition mensuelle de la brouillard

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aou	sep	oct	nov	dec
Nbre des jours	4.2	4.1	1.4	1.1	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	1.5	1.7	3.8

Source ANRH(2003) (W.DJELFA)

La région est soumise à un climat continental semi-aride à hiver froid. La température moyenne annuelle est de 13.7 c° pour la période 1913-1938 ,par contre pour l'année récente, elle est égale à 14.4 c°.

II-2-9 : La pluviométrie :

Aucune donnée d'observation directe n'est disponible au niveau du bassin versant de l'oued Sabgag, de cela on est mené à considérer les stations pluviométriques voisines ayant les similitudes altimétriques et pourvues d'un nombre satisfaisant des années d'observation.

La station disponible au voisinage du bassin et la plus proche du site est présenté dans le Tableau III.8 :

Tableau n°09 : la station pluviométrique.

Station	source	Coordonnées			Années de service
		X (km)	Y (km)	Z (m)	
Gueltet sidi saad	A.N.R.H	430.2	410.9	1100	1874

__La station de Gueltet Sidi Saad est plus proche de site, mais en parallèle il y a un manque des données qui réduit la série d'observation.

La répartition mensuelle des pluies est donnée dans le tableau II-10

Tableau n°10: Répartition mensuelle des pluies.

Mois	sep	oct	nov	déc	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juill	Août
Pluviométrie (mm)	23.8	38	28.8	30.9	31	31.9	37.6	30.5	25	24.6	11.1	12.2
Nbre.de jours de	4	7	7	7	5	7	7	5	6	5	4	4

II.3 indices climatiques:

Il est possible de caractériser le climat d'Aflou à partir d'un certain nombre d'indices qui peuvent être calculés à partir de la température et des précipitations.

II -3-1 indice d'aridité de MARTONNE :

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

T : Représente la température moyenne annuelle

P : Représente la moyenne annuelle des précipitations.

$$\text{Donc on a : } A = \frac{325.44}{13.1 + 10} = 14.07$$

Alors on a $A = 14.07$

On sait pour une valeur de A comprise entre 10 et 20 on se situe en milieu semi aride

$$a = \frac{12p}{t + 10}$$

p : la moyenne pluviométrique du mois considéré

t : la température de ce même mois.

Nous avons représenté sur le tableau N°III-10 la valeur de l'indice a pour chaque mois.

Tableau n°11 : Répartition de l'indice d'aridité de MARTONNE

mois	J	F	M	A	M	J	JL	AT	S	O	N	D	année
p	31	31.9	37.6	30.5	25	24.6	11.1	12.2	23.8	38	28.8	30.9	325.44
t	4	3.53	7.6	10.5	15.6	20.5	24.3	23.9	19.4	13.9	8.3	4.20	12.97
a	26.6	28.3	25.6	17.9	11.7	9.7	3.88	4.3	9.7	19	18.9	26.1	-----

De Décembre à Mars l'indice climatique mensuel est supérieur à 20, cela signifie qu'on se situe dans un climat de montagne où l'hiver est très froid et la région de Djebel Amour est bien arrosée. Pour Juin et Septembre «a» est compris entre 5 et 10 ce qui caractérise un climat désertique.

Pour Juillet et Août l'indice est inférieur à 5 on atteint dans ce cas un régime hyper aride avec des températures relativement très élevées et des précipitations qui atteignent le minimum. Pour en conclure la région de Djebel Amour se caractérise par un climat de montagne touché par les influences sahariennes.

II :3-2 indice pluviométrique annuelle (MORAL 1964) :

Pour MORAL, le total des précipitations annuelles permet de définir la limite entre humidité et sécheresse.

$$I_a = \frac{P}{T^2 - 10T + 200} = \frac{32544}{24061} = 1.35$$

A titre de comparaison :

Au sud :

- Tamanrasset : 0.11
- Assekrem : 0.47
- Bechar: 0.20

Au nord:

- Tlemcen: 2.1

Atlas saharien :

- Laghouat : 0.5
- Aflou: 1.42

Selon l'auteur cet indice permet de fixer la limite de la zone aride pour un coefficient égal à l'unité.

II.4-Classification de climat :

II.4-1-Classification du climat selon l'indice de MARTON :

L'indice d'aridité ou De MARTON est un paramètre qui permet la classification de climat afin de nous renseigner sur l'indisponibilité d'irrigation les périodes nécessaires au cours des saisons à déficit hydraulique important.

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

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

Avec :

I : indice De MARTON

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

T : température moyenne annuelle en °c

TABLEAU n°12 : classification de climat selon MARTON

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 :

$$P=325.44 \text{ mm}$$

$$T=13.1 \text{ °C}$$

On aura :

$$I_A = \frac{325.44}{13.1+10} = 14.07$$

Selon l'indice d'aridité calculé , on constate d'après la classification ci-dessus que la région est soumise à un régime de climat sec, donc l'irrigation est nécessaire.

II.4-2-Classification de climat selon le diagramme d'EMBERGER :

La méthode est fondée sur un diagramme dressé par EMBERGER qui nous renseigne sur le type de climat, ainsi que la nature d'hiver dominant d'une région. Le quotient d'EMBERGER que nous avons projeté sur le diagramme bioclimatique est le suivant :

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

avec :

P : précipitation moyenne annuelle de la région (mm)

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

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

Pour : P=325.44 mm

$$M=28.25 +273=301.25 \text{ K}^\circ$$

$$m=1.65 +273=274.65 \text{ K}^\circ$$

Donc le quotient d'emberger est : Q=42.48

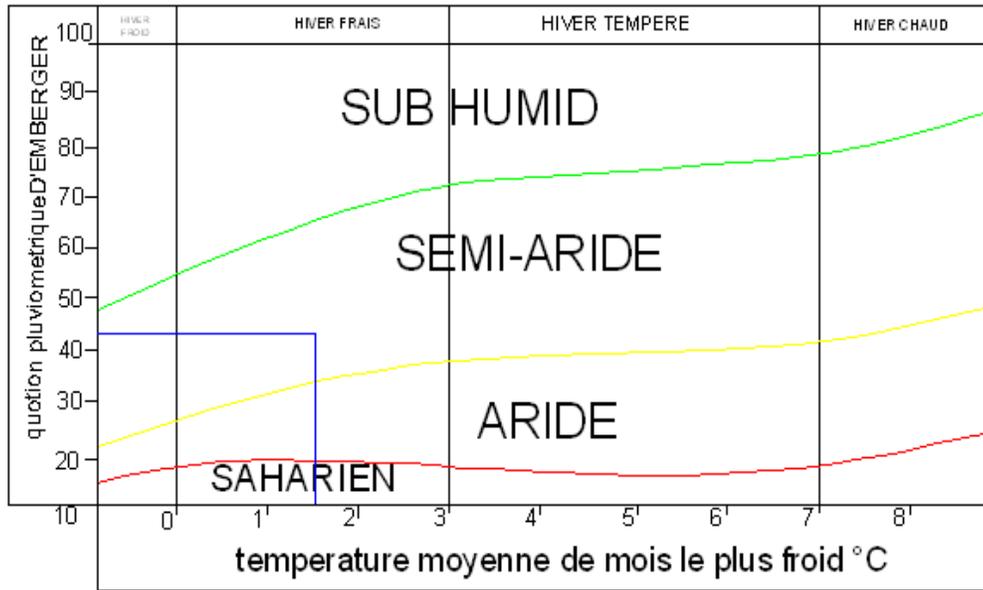


Figure n°4: Graphes de bioclimatique d’EMBERGER

D’après le diagramme bioclimatique, notre zone joint d’un climat semi aride

II-4-3Climogramme pluviométrique de BAGNOULS ET GAUSSE:

Il est établi selon la méthode mise au point par F .BAGNOULS et H.GAUSSEN .Ce diagramme nous permettra donc d’évaluer l’intervalle de saisons sèche et humide , et sa position dans le temps , en faisant intervenir la pluviométrie et la température sur un même graphique . (Voir figure .II-03)

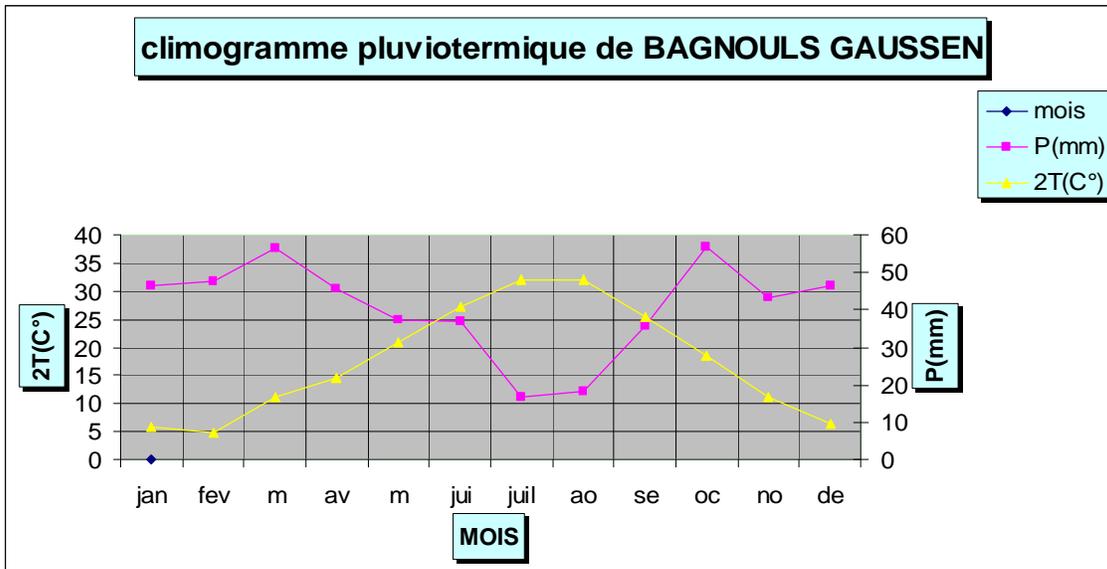


Figure n°05 : Graphes de BAGNOLS GUAUSSEN

Description du graphe :

Les deux courbes se croisent et la surface délimitée mesure l'intensité de la saison sèche et la saison humide, la différence des abscisses nous donne la durée de la saison

La saison humide est de sept et demi (7,5) mois allant du mois d'Octobre jusqu'au moite de Mais

La saison sèche est plus marquée, s'étalé sur quatre (4,5) mois, allant du moite de mai à Septembre.

II-5 Conclusion :

Après l'étude de la combinaison précipitation-température dans notre région, nous avons pu caractériser le climat suivant les deux méthodes « d'EMBERGER.et MARTON ».

La région jouit d'une pluviométrie de 330 mm/an. La période pluvieuse débute à partir du mois de décembre pour se terminer le mois de mai.

Pendant l'hiver la température arrive jusqu'à 0.3°C, En été elle peut atteindre 33.3°C.

D'après le diagramme ombrothermique on distingue deux saisons, la saison humide, et la saison sèche qui est la période d'irrigation (voir fig n°05.).

Cette étude a confirmée que la région se caractérisée par un climat sec .

L'irrigation est donc souvent indispensable.

Chapitre III

Ressource en eau souterraine

III- ressource en eau souterraine:

III-1 Géologie de la cuvette:

Au vu les affleurements sur rive, il est possible d'identifier trois faciès lithologiques en bancs alternés dans la structure générale.

- les calcaires gréseux massifs gris, rosâtres à beige, très durs.
- Les marnes verdâtres à Jaunâtres.
- Un banc repère de calcaire coquiller d'aspect brechique.

On retrouve ces bancs alternés en continuité latérale entre les rives droites et gauches .par contre sur le lit de l'oued le sondage effectué n'a pas atteint le niveau du calcaire coquiller observé sur les rives.

L'analyse des sondages effectués permet de remarquer que la succession verticale des alternances se termine au sommet des rives par le faciès calcaire.

Les affleurements de calcaire gréseux présentent à tous les niveaux une forte fracturation.

Le pendage générale des strates est d'une valeur moyenne de 180° Nord.

L'analyse des carottes montre une prédominance de marnes en strates d'épaisseur métrique, avec intercalation de passage décimétriques de calcaires gréseux massifs.

A certaines niveaux du calcaires gréseux, ont été notés des traces de circulation d'eau attestant d'une certaine perméabilité de fissures notamment en rive droite.

De manière générale la cuvette est dotée d'un substratum étanche à très peu perméable constitué de dépôts mio-pliocène probablement en discordance avec les formations anciennes.

Sur les basses terrasses, et le long du cours d'eau les dépôts sont plus récents, et constitués de sables fins limoneux ayant provoqué l'envasement de l'ancienne prise d'eau.

En rive gauche une faille, affectant l'alternance d'un léger rejet vertical à été détectée, le banc de calcaire coquiller permet de l'évaluer à 10m.

Ce qui ne devait pas poser de problème de fuite pour la cuvette.

III-2-hydrogeologie de la cuvette:

Le synclinal d'aflou fait partie de la zone des hauts plateaux oranaie.

Dans cette étude nous nous limiterons à la détermination :

- des différents aquifères
- de la carte piezométrique (voir la planche n°:01).
- des zones d'alimentations.
- des zones les plus favorables à l'exploitation.
- des directions d'écoulement des eaux souterraines.

III-3-horizons aquifère :

Les formations qui sont susceptibles d'être aquifères sont des récentes vers les plus anciennes.

III-3-1-Aquifère du complexe gréseux (barrémien).

Du fait de la porosité d'interstices, de fractures et de chenaux et vue sa puissance , le complexe gréseux du barrémien constitue l'aquifère le plus important de la région d'étude ainsi que la source principale d'alimentation en eau potable et en eau d'irrigation.

III-3-2-Aquifère du portlandien :

Cet aquifère est peu important comparativement à celui du barrémien.

Il est constitué dans son ensemble de calcaire qui est caractérisé par une perméabilité fissurée.

III-3-3-Aquifère kimméridgien terminal à portlandien :

Il forme un aquifère profond, au niveau de la cuvette d'aflou.

III-4-la piezometrie :

III-4-1-Inventaire des points d'eau:

L'inventaire des points d'eau a été réalisé par les services de l'ANRH le 26 et le 27aout de l'année 1990.

Nous avons 09 puits et 02 piézomètres pour l'élaboration de la carte piézoélectriques, ce qui constitue le réseau piézoélectrique de la carte piezométrique.

III-4-2-Elaboration de la carte piezométrique :

Le tracé des courbes iso pièzes a été établi par la méthode de triangulation, l'équidistance choisie est 10 mètres.

III-4-3-Interprétation de la carte piezométrique :

Sur la carte piezométrique, la forme et l'allure des courbes isopiezes nous permettent de préciser les principales directions d'écoulements des eaux souterraines.

Les valeurs des courbes isopiezes (charges hydrauliques) diminuent de l'est vers l'ouest, d'où l'écoulement des eaux souterraines, d'une façon générale, suivant la même direction.

L'allure des courbes isopiezes nous a permis de montrer que notre synclinal à la forme d'une gouttière où les eaux viennent des deux extrémités pour alimenter le centre, ensuite ces eaux se dirigent vers le point le plus bas qui est le puits n° 15.

III-4-4-Les zones d'alimentation :

La nappe, en générale, est alimentée par des eaux de ruissellement des oueds, des sources et des précipitations.

III-4-5-Zone favorable à l'exploitation :

La zone la plus favorable à l'implantation de forage est au piémont du djebel taoussedi, ceci est dû à la convergence des eaux vers cette zone qui se localise autour du puits n°15.

III-5-gradient hydraulique :

Nous déterminons le gradient hydraulique, ou gradient de perte de charge, sur la carte piezométrique à l'aide de la formule suivante :

$$I = \frac{H_2 - H_1}{L} = \frac{\Delta H}{L}$$

Ou :

ΔH : la différence de niveau piezométrique (mètres).

L : distance réelles séparent deux courbes isopiezes (mètres) .

Notre région d'étude se caractérise par une grande variation du gradient hydraulique d'un endroit à un autre.

La région nord a un gradient hydraulique de l'ordre de 1.2%, puis il diminue progressivement en allant vers le sud pour atteindre une valeur proche de 0.1%.
Le gradient hydraulique moyen est estimé à 0.65%

On peut résumer ces informations dans le tableau ci-dessous:

Tableau n° 13: Log hydrogéologique

Epaisseur	Étage	lithologie	perméabilité	Hydrogéologie
00 210	Le valanginien barrémien	gréseux	perméable	Circulation d'interstices et de chenaux
350	portlandien	Calcaire oolithique	Perméabilité fissurée	Circulation de fissures
600	Kimméridgien à portlandien	Marne Gypsifère	impermeable	Substratum

III-6-conclusion:

-notre synclinal à la forme d'une gouttière.

-l'étude de l'espacement des courbes isopiezes donne une information sur la variation locale de transmissivité. Ceci peut être expliqué par le gradient hydraulique qui montre que la partie sud de l'aquifère est plus perméable que la partie nord.

-d'après la carte piezométrique, on déduit que l'écoulement des eaux souterraines se fait en général de l'Est vers l'Ouest.

- le gradient hydraulique moyen est de 0.65%. [04]

Les apports souterrains collectés au seuil de l'exutoire de khneg sidi Brahim nécessitent une approche précise de fonctionnement hydrogéologique générale d'au moins le synclinal de sidi okba [04] .

Chapitre IV

Caractéristique du petit barrage de khneg sidi ibrahim

IV-1 introduction:

Pour la réalisation d'un barrage, il est nécessaire avant tout de bien examiner les objectifs qui en découlent pour déterminer les caractéristiques de l'ouvrage à concevoir et son implantation, tout en tenant compte de la bonne connaissance des conditions géologiques, géotechniques et hydrologiques du site.

L'étude nous impose plusieurs variantes de choix des axes de l'implantation du barrage, pour cela qu'on doit choisir la meilleure solution de point de vue économique et technique.

IV -2 but de l'ouvrage :

L'objectif du projet est la mobilisation des ressources en eau permettant l'irrigation des périmètres agricoles situés à l'aval de l'ouvrage

Pour la suite de la présentation il est nécessaire à rappeler le caractère spécifique de l'ouvrage qui ne comporte aucune régularisation de débits vue la spécificité hydrologique et fluviale du bassin de l'Oued Sebgag

Les surfaces agricoles qui pourront bénéficier des débits d'eau prélevés par le seuil sont évalués à environ 400-600 hectares, évaluation faite en utilisant la norme d'irrigation de 5000-6000 m³/Ha

IV -3 contexte de l'étude :

IV -3-1 localisation :

Le site du seuil de dérivation de Kheng Sidi Brahim est localisé dans la wilaya de Laghouat, Daira d'Aflou, commune de Gueltat Sidi Saad

Le village le plus proche de l'ouvrage est l'Oued Touil à 5 Km.

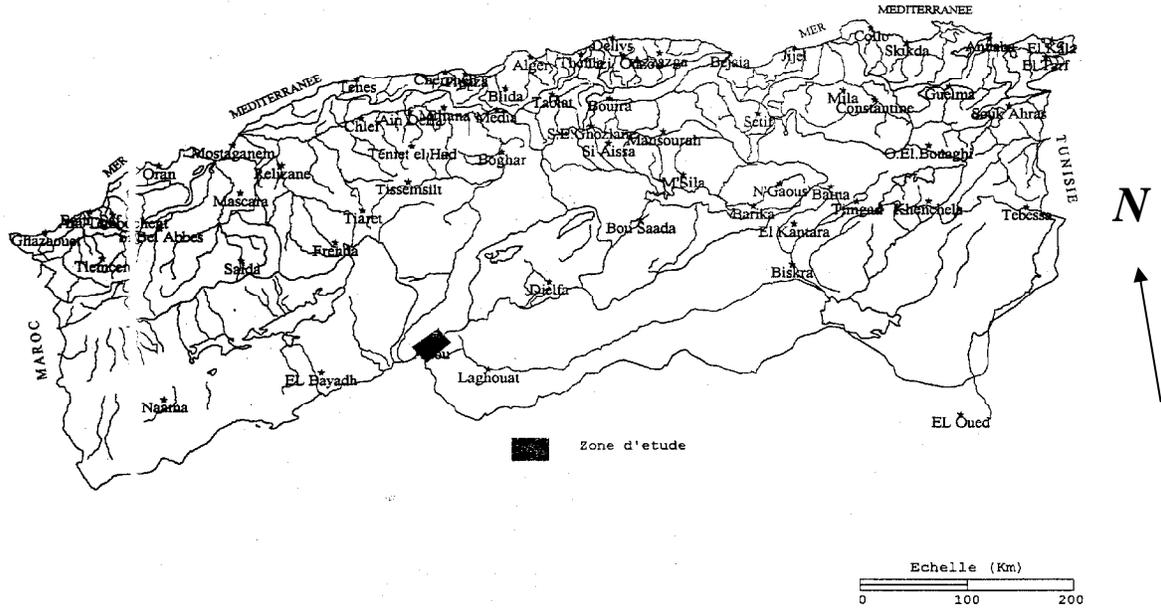


FIGURE N°:06 CARTE DE LA LOCALISATION DU BARRAGE

IV -3-2 contexte géologique : Du point de vue géologique, le bassin versant de l’Oued Sebgag est situé dans un des principaux complexes de la partie nord de l’Algérie appelé (Atlas Saharien)

Caractéristique à ce complexe est un substratum de roches sédimentaires du Crétacé, représenté par une alternance de calcaire gréseux, parfois dolomitiques, et des marnes et qui plonge vers l’aval du site

IV -3-3 Contexte hydrologique : Le bassin versant de l’Oued Sebgag a une altimétrie comprise entre 1200 et 1700 m NGA et une surface d’environ 348 Km².

-l’oued a un écoulement presque permanent ,assurer par la fonte des neiges des massifs de GUERN Arif et d’oum EL Guedour et ça en dépit des précipitations qui atteignent seulement 300mm/an.

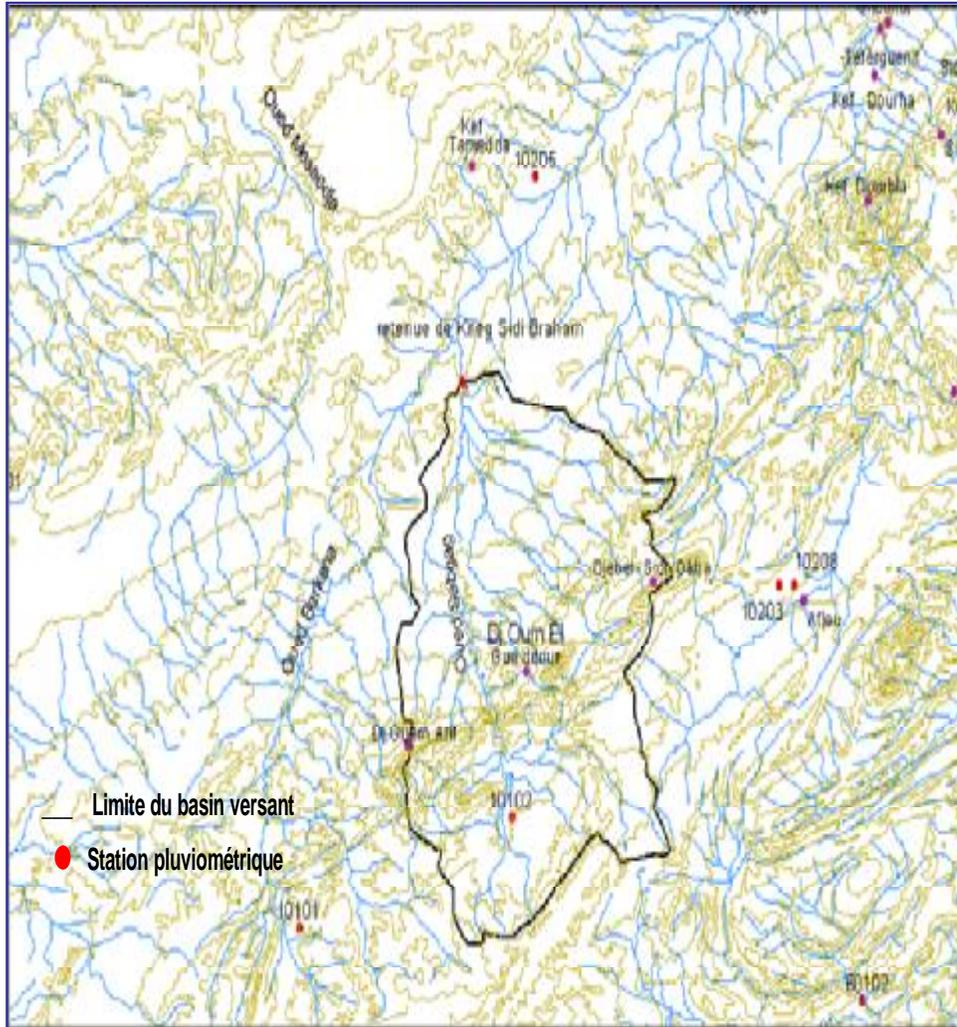
-les études hydrologiques existantes permettent à caractériser de la manière suivante l'oued sebgag

IV 3-4 :approche géomorphologique :

Tableau n°14 :PARAMTRES PHYSICO-MORPHOMETRIQUES DU BASSIN VERSANT

1	Surface du bassin	Km2	348
2	Longueur de la rivière principale	Km	34
3	Pente globale	%0	32
4	Pluviométrie	Mm/an	330
5	Apport moyen annuel	Hm3	6
6	Pluies courtes durée : P0.1%(P 10%)	Mm	93.22 (42.7)
7	Débits maximaux : P 0.1% (P 10%)	M3/s	200 (90)
8	Temps de concentration	H	13
9	Altitude maximale Hmax	M	1700
10	Altitude minimale Hmin	M	1200
11	Altitude moyenne Hmoy	M	1402.25
12	Altitude médiane Hmed	M	1405
13	Densité de drainage Dd	Km/km ²	0.16
14	Densité hydrographique F	Km-2	3.11
15	Périmètre du bassin P	Km	80
16	Indice de compacité de Gravelius KG	***	1.2
17	Vitesse moyenne de ruissellement VR	Km/h	3.09
18	Coefficient de torrentialité Ct	***	0.5

Bassin versant du seuil de Khneg Sidi Braham (Echelle : 1/200 000)



6



Année 2002

Figure. n°07. : Bassin Versant de Sebgag.

Tableau n°15 : CARACTERISTIQUES DE LA DIGUE

b(m)	H (m)	NPHE (m)	q(m³/s)
20	1.42	1202.92	65.96

IV -4 situation actuelle :

IV -4-1 mise au point sur les études :

-A partir de 1995 dans le cadre de l'Agence Nationale des Barrages et des Transferts (ANBT) , unité des retenues collinaires ,plusieurs études pour la réalisation d'un barrage sur le site de sidi Brahim ont été effectués par plusieurs bureaux d'études à savoir :

- Entreprise nationale de projets hydrauliques du centre E.N.H.P.C.
- Entreprise nationale d'études hydrauliques E.N.HYD.
- Groupe d'experts cubains (août 2002-septembre 2005).

-les principaux rapports (en ordre chronologiques) :

Tableau n°16: CHRONOLOGIE DES ETUDES

Année	libélé	bureau	acteurs
1992	étude de faisabilité d'un barrage sur l'oued touil ; rapport géologique et hydrologique de faisabilité.	E.N.HYD.	A.Oubrahim P.Nikolov
1996	rapport de synthèse de l'ADP barrage « khneg sidi ibrahim »	E.N.H.P.C.	
1996	étude d'avant –projet détaillé barrage « khneg sidi ibrahim »	E.N.H.P.C.	N.Hedjem C.Boukhalfa.
2002	première révision de l'ADP barrage khneg sidi ibrahim	spécialistes cubains	
2004	deuxième révision de l'ADP barrage khneg sidi ibrahim	spécialistes cubains	
2005	rapport d'étude des travaux géotechniques barrage «kneg sidi ibrahim »	spécialistes cubains	Sr.Zianni.
2005	levé géologique du site, de la cuvette et bref aperçu hydrologique du bassin versant	spécialistes cubains	G.Carlos L.Louanchi.
2005	rapport de révision détaillé de la zone N°1	spécialistes cubains	G.Carlos L.Louanchi.
2005	rapport de révision détaillé de la zone d'emprunt N°3	spécialistes cubains	G.Carlos L.Louanchi.

[02]

IV -4-2 situation sur le site sidi ibrahim:

suite à un appel d'offres, -en décembre 2004 un marché pour la réalisation d'un barrage sur le site de sidi Brahim est signé entre l'ANBT et l'entreprise SAHRAOUI SARL, pour un délai d'exécution de 16 mois « 01.06.2005-15.09.2006 ».

Tableau n°17: CONSISTANCE PREVUE DES TRAVAUX

Libellé	Unité	Quantité
Terrassements ordinaires	M ³	304'883
Déblais rocheux	M ³	58'440
Béton armé	M ³	1'027
Enrochements	M ³	7'000
Filtre	M ³	3'600
Conduits en acier	MI	57
Equipement hydromécanique	U	3

Présentement pour des divers motifs les travaux sont arrêtés.

La situation physique du projet sur le terrain à la date de 11.03.2008 est illustrée par les photos suivantes :

HISTORIQUE DU SITE



Galerie de vidange et prise •
d'eau

28



Figure n° :08 vidange de fond et prise d'eau

HISTORIQUE DU SITE



Excavations réalisés dans l'axe du barrage •

25



Figure n°09 excavations réalisés dans l'axe du barrage

IV -5 Hydrologie :

IV -5-1 ajustement sur la loi de gumbel:

Dans cette méthode, la procédure consiste a :

Classer les valeurs des précipitations annuelles par ordre décroissant.

Calculer les fréquences empiriques des valeurs observées par la formule :

$$F(x) = \frac{n - 0,5}{N} \quad (3)$$

Avec : n : numéro d'ordre

N : nombre d'années observées

On doit calculer :

La moyenne arithmétique :
$$\bar{X} = \sum \frac{X_i}{n}$$

L'Ecart type :
$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad \text{Pour } n \geq 30$$

La variable réduite de Gauss :
$$U = \frac{X - \bar{X}}{d}$$

Le coefficient de variation : $Cv = \frac{d}{\bar{X}}$

Pour les calculs on a utilisé le logiciel hydrolab

Statistiques de base d'une STATION DE GUELTAT SIDI SAAD

Nombre d'observations 41

Moyenne 175.39

Ecart-type 123.39

Médiane 166.00

Coefficient de variation (Cv) 0.70350

Coefficient d'asymétrie (Cs) 1.2533

Coefficient d'aplatissement (Ck) 4.7398

Tableau n°18: AJUSETEMENT DE GUMBL

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
216,5	0,2	1	0,012	-1,483	0,2	-22,5	-65,5	8,1
386,8	0,5	2	0,037	-1,196	0,5	5,1	-31,9	32,3
166,6	0,8	3	0,061	-1,029	0,8	21,3	-12,5	46,7
375,3	10,6	4	0,085	-0,900	10,6	33,6	2,2	57,9
290	11,8	5	0,110	-0,793	11,8	44,0	14,4	67,3
331,8	42,6	6	0,134	-0,698	42,6	53,2	25,1	75,8
237,6	45	7	0,159	-0,611	45,0	61,5	34,7	83,7
279,4	59,4	8	0,183	-0,530	59,4	69,3	43,6	91,1
210,5	64,1	9	0,207	-0,453	64,1	76,7	51,9	98,2
314,7	65,1	10	0,232	-0,380	65,1	83,7	59,8	105,1
270,2	65,8	11	0,256	-0,309	65,8	90,6	67,3	111,9
93,1	67,2	12	0,280	-0,240	67,2	97,2	74,5	118,6
67,2	71,8	13	0,305	-0,172	71,8	103,8	81,5	125,2
201,7	74,1	14	0,329	-0,105	74,1	110,2	88,3	131,9
248,3	80,9	15	0,354	-0,039	80,9	116,6	95,0	138,6
223,9	93,1	16	0,378	0,028	93,1	123,0	101,6	145,4
113,8	93,1	17	0,402	0,094	93,1	129,4	108,1	152,3
71,8	107,8	18	0,427	0,161	107,8	135,8	114,6	159,3
11,8	109,2	19	0,451	0,228	109,2	142,3	121,0	166,5
93,1	113,8	20	0,476	0,297	113,8	148,9	127,4	173,8
10,6	114,6	21	0,500	0,367	114,6	155,6	133,9	181,4
64,1	132,5	22	0,524	0,438	132,5	162,5	140,4	189,2
172,6	153,1	23	0,549	0,511	153,1	169,5	147,0	197,3
132,5	166,6	24	0,573	0,586	166,6	176,8	153,8	205,7
178,3	172,6	25	0,598	0,664	172,6	184,2	160,7	214,5
178,7	178,3	26	0,622	0,745	178,3	192,0	167,8	223,6
114,6	178,7	27	0,646	0,829	178,7	200,2	175,2	233,3
74,1	179,9	28	0,671	0,918	179,9	208,7	182,8	243,5
107,8	201,7	29	0,695	1,012	201,7	217,7	190,8	254,4
109,2	210,5	30	0,720	1,111	210,5	227,3	199,3	266,0
342,4	216,5	31	0,744	1,218	216,5	237,6	208,3	278,5
611,9	218,7	32	0,768	1,333	218,7	248,7	218,0	292,0
80,9	223,9	33	0,793	1,460	223,9	260,9	228,5	307,0
153,1	237,6	34	0,817	1,599	237,6	274,3	240,1	323,5
65,1	248,3	35	0,841	1,757	248,3	289,5	253,1	342,3
42,6	270,2	36	0,866	1,938	270,2	306,9	267,9	363,9
65,8	279,4	37	0,890	2,152	279,4	327,5	285,4	389,5
179,9	290	38	0,915	2,417	290,0	353,0	307,0	421,3
59,4	314,7	39	0,939	2,766	314,7	386,7	335,3	463,4
218,7	331,8	40	0,963	3,290	331,8	437,1	377,5	526,7
45	342,4	41	0,988	4,401	342,4	544,1	466,6	661,3

Tableau n°19: LES VALEURS THEORIQUES D'APRES HYDROLAB

Fréquence	U.Gumbel	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,2	-0,476	74,508	49,445	96,106	74,508	0,20	1,25
0,5	0,367	155,620	133,888	181,377	155,62	0,50	2,00
0,8	1,500	264,756	231,879	311,732	264,756	0,80	5,00

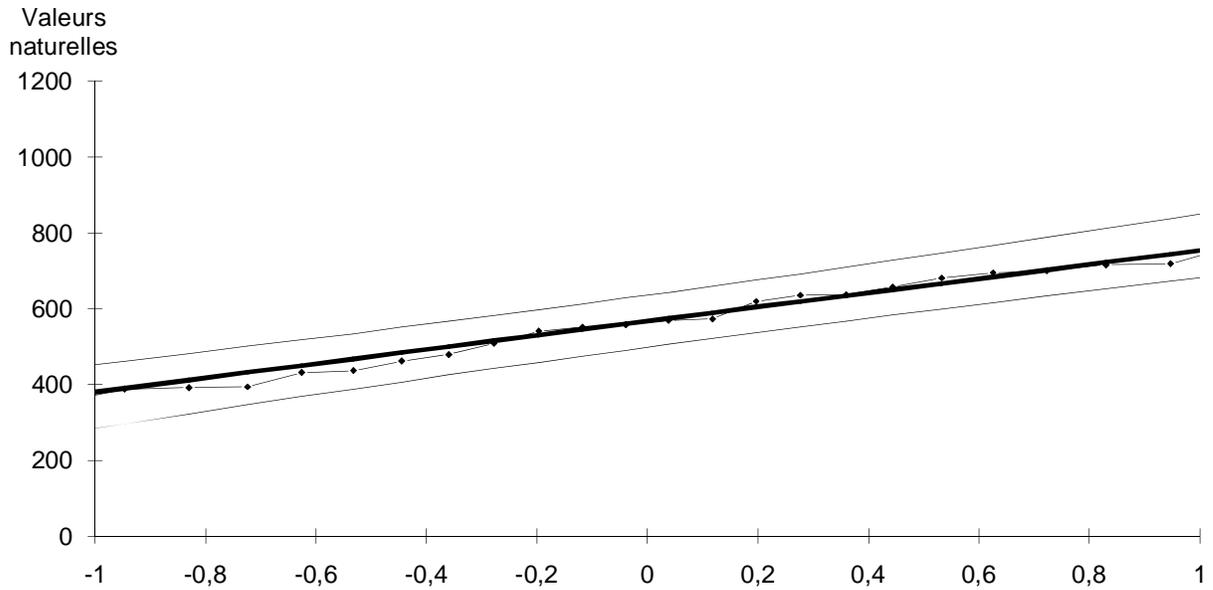


FIGURE n°10 : AJUSTEMENT A UNE LOI DE GUMBL

IV -5-2 déterminations de la précipitation $P_{moy80\%}$:

A partir du tableau ci-dessus on a $P_{80\%}=264,756$ mm, $p_{moy}=175.39$ mm ,
 $p_{50\%}=155.62$ mm.

On a aussi $P_{moy 80\%}=P_{moy} * P_{80\%}/p_{50\%}$.

$P_{moy 80\%}=175.39*264.756/155.62=298.39$ mm.

Donc la précipitation moyenne de période de retour 80 années est de :

$P_{moy 80\%}=298.39$ mm.

Chapitre V
Qualité d'eau d'irrigation

V : Qualité d'eau d'irrigation :

V-1 : Paramètres pour l'évaluation de la qualité d'eau :

La qualité de l'eau en vue de son utilisation à des fins agricoles est examinée en fonction des critères suivants :

*la salinité

- La conductivité électrique d'une eau (ECW) est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrode métalliques de 1Cm^2 de surface et séparé l'une de l'autre de 1Cm . Elle est l'inverse de la résistivité électrique. L'unité est le : mmhos/cm ; ds/m ; $\mu\text{mhos/cm}$

-TDS : total de matière solide dissoute, et l'unité : mg/l.

- Incidence sur les propriétés physique de sol.

-Exigences particulières de certaines cultures.

-teneur principaux ions Na^{++} , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- , CO_3^- , HCO_3^- .

-PH.

-teneur en certains éléments toxiques « par exemple nitrate ».

Un eau convient ou non à l'irrigation selon la qualité et le type de sels qu'elle contient.

L'analyse chimique permet de porter un jugement sur cette qualité.

Une eau de qualité médiocre peut causer des problèmes pédologiques et agronomiques.

V-2 : les problèmes les plus communs :

-la salinité : forte concentration en sel dans l'eau contribue à forte accumulation de ces sels dans la zone racinaire donc la résultat est chute de rendement « sècheresses physiologique ». Donc une concentration forte en sel peut causer des influences directement sur la salinité de solution de sol.

-la perméabilité : problème d'une perméabilité associée au sodium Na^{++} ; le Na^{++} contribue à la défloculation des argiles « mauvaise structure ».

-la vitesse de circulation de l'eau diminue K_d .

-formation d'une croûte à la surface du sol → affecter la germination de certaines graines.

-les carbonates (CO_3^-) et bicarbonates (HCO_3^-) peuvent affecter aussi la perméabilité.

-la toxicité : quand certains constituants de l'eau sont absorbés par la culture → diminue le rendement et de la qualité de produit. « Bore B .chlore Cl^- .sodium Na^{++} » .

-divers : d'autres problèmes liés à la qualité de l'eau d'irrigation peuvent se poser :

-croissance végétative excessive.

-la verse.

- retard dans la maturité des cultures.
- dépôt planche sur les feuilles ou sur les fruits quand l'irrigation se fait par aspersion « eau carbonate et bicarbonate ».

V-3-Classification des eaux pour l'irrigation :

En fonction de ces critères précédents, surtout suivant la qualité chimique a été établi selon le diagramme de classification des eaux d'irrigation, en fonction de deux paramètres, celui de la conductivité électrique CE, et le rapport d'absorption du Sodium SAR

on a établi diverse classification d'eau d'irrigation.

Parmi les classifications on rencontre :

V-3-1-Classification mondiale (F.A.O) :

La classification donnée en fonction de la concentration des sels

- 1 g/l bonne irrigation
- 1 – 3 g/l faiblement salée
- 3 – 5 g/l moyennement salée
- 5 – 10 g/l fortement salée
- > 10 g/l extrêmement salée

V-3-2-Classification Russe :

Elle distingue trois classes qui sont basées sur la concentration des sels

- 0.2-0.5g/l l'eau est de meilleure qualité
- 1.0-2.0g/ l'eau comportant des risques de salinité
- 3.0-7.0g/l l'eau ne peut être utilisée pour l'irrigation qu'avec
Un lessivage et un drainage

V-3-3-Classification Américaine :

La classification est basée sur deux paramètres C.E à 25°C et S.A.R

V-3-3-1 Pour la conductivité électrique C.E :

- C1 : C.E < 0,250 mmhos/cm (< 0.2g/l): l'eau à faible salinité, elle ne posera aucun problème sur la plus part des sols et des cultures.

- C2 : 0,250 < C.E < 0,75 mmhos/cm (0.2-0.5g/l): l'eau à salinité moyenne

- C3 : 0,750 < C.E < 2,250 mmhos/cm (0.5-1.5g/l): l'eau à forte salinité, et dit inutilisable sur un sol faiblement drainé, elle n'est autorisée que sur un sol bien drainée et sur des cultures tolérantes.

- C4 : 2,250 < C.E < 5.00 mmhos/cm (1.5-3g/l): l'eau à très forte salinité et inutilisable pour les conditions normales ; elle n'est autorisée que si on pratique un lessivage intense et sur des cultures très tolérantes.

- C5 : C.E > 5.0 mmhos/cm (> 3g/l): l'eau est inutilisable sauf sur sable drainé et pour les palmiers et dattiers.

On distingue cinq classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique :

Tableau n°20 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

<i>Classe</i>	<i>Conductivité électrique CE (mmhos/cm) à 25°C</i>	<i>Qualité des eaux</i>
<i>C₁</i>	<i>CE ≤ 0,25</i>	<i>Eau de risque faible convient pour toutes les cultures</i>
<i>C₂</i>	<i>0,25 < CE ≤ 0,75</i>	<i>Eau de risque moyen convient pour les plantes moyennement tolérantes.</i>
<i>C₃</i>	<i>0,75 < CE ≤ 2,25</i>	<i>Eau de risque élevée ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes</i>
<i>C₄</i>	<i>2,25 < CE ≤ 5</i>	<i>Eau de risque très élevée eau difficilement utilisable sur sol bien drainé</i>
<i>C₅</i>	<i>CE > 5</i>	<i>Eau est inutilisable</i>

V-3-3-2-1 : coefficient d'adsorption du sodium S.A.R (Sodium Absorption Ration) :

Si l'eau est riche en Sodium, celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défloculante. Pour apprécier le risque alcalin, on compare donc la concentration en ions Na^+ et celle en ions Ca^{++} et Mg^{++} .

S.A.R est calculé par la formule suivante :

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

Avec : Na^+ , Ca^{++} et Mg^{++} en meq / l

Elle distingue quatre classes:

- S1 - $S.A.R < 10$:L'eau contenant une faible quantité de sodium, peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans qu'il y ait à craindre que des difficultés ne surgissent du point de vue alcalinisation.
- S2 - $10 < S.A.R < 18$:Les eaux contenant une quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine, à moins qu'il n'y ait du gypse dans le sol .ces eaux peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière ou sur des sols organiques qui absorbent bien l'eau .
- S3 - $18 < S.A.R < 26$:Les eaux contenant une quantité de sel élevée, peuvent provoquer des difficultés dans la plupart des sols et ne peuvent être employées qu'avec des précautions spéciales : bon drainage, lessivage important et addition de matières organiques .S'il y a une forte quantité de gypse dans le sol, il peut ne pas surgir de difficultés pendant quelques temps. S'il n'y a pas de gypse, il faut ajouter un amendement chimique exerçant le même effet.
- S4 - $S.A.R > 26$:Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium, sont généralement impropres à l'irrigation, sauf pour un degré de salinité moyen ou faible, lorsque l'usage de gypse ou amendements analogues permettent l'utilisation.

Quatre classes de danger d'alcalinisation ont été définies en relation avec le risque salin.

Tableau n°21: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

Classe	S.A.R.	Danger d'alcalinisation
S_1	$SAR \leq 10$	Risque faible
S_2	$10 < SAR \leq 18$	Risque moyen
S_3	$18 < SAR \leq 26$	Risque élevé
S_4	$SAR > 26$	Risque très élevé

V-3-3-2-3: coefficient carbonate de sodium résiduel (RSC) :

L'autre paramètre qui traduit le risque d'alcalinisation :

RSC : carbonate de sodium résiduel.

$$RSC = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{++} + Mg^{++})$$

- RSC < 1.25 eau peut être utilisée pour l'irrigation.
- RSC > 1.25 eau non appropriée pour l'irrigation.
- PH d'eau « PH > 7 » indique une alcalinisation.

V-3-3-3 : selon le diagramme de classification des eaux d'irrigation « correspondant aux couples « risque salins, alcalins » : voir annexe n°

- C1s1 : eau de bonne qualité, précaution avec les plantes sensibles.
- C1s2 ; c2s1 : qualité moyenne à bonne , à utiliser avec précaution dans les sols lourds mal drainés et pour les plantes sensibles « arbres fruitiers » .
- C2s2 ; c1s3 ; c3s1 : qualité moyenne à médiocre , à utiliser avec précaution .nécessite de drainage avec doses de lessivage et /ou apport de gypse .
- C1s4 ; c2s3 ; c3s2 ; c4s1 : qualité médiocre à mauvaise , exclure les plantes sensibles et les sols lourds utilisable avec beaucoup de précaution dans les sols légers et bien drainés avec dose de lessivage et / ou apport de gypse.
- C2s4 ; c4s2 : qualité mauvaise .à n'utiliser , avec beaucoup de précaution , que dans les sols légers et bien drainés et pour des plantes résistantes.
- C3s3 : risque élevés, lessivage et apports de gypse indispensables.

- C3s4 ; c4s3 : qualité très mauvaise, A n'utiliser que dans des circonstances exceptionnelles.

- C4s4 : eau déconseillée pour l'irrigation.

Chapitre VI

Evaluation de la qualité d'eau du petit barrage

VI-1 L'évaluation de la qualité d'eau dans l'amont des sources de sebgag "amont du barrage " :

VI-1-1 localisation des sources :

La position de ces émergences paraît étroitement liée à la structure tectonique limitant localement le versant nord du synclinal, notamment la présence d'un accident majeur direction SW-NE accompagné de pointements de roches éruptives vertes, de failles décrochement transverses.

Les relations entre la position des sources et de structure géologique de la région de sebgag ont été approfondies.

Le débit de l'ensemble de ces sources varie de 80 l/s à l'étiage à plus 200 l/s en période humide.

VI -1-2 hydrochimie des sources :

A l'ouest de la cuvette d'Aflou " la conductivité électrique varie entre : $2\mu\text{s}/\text{cm}^2$ --
 $12\mu\text{s}/\text{cm}^2$.

Nous constatons que les fortes valeurs se situent soit :

-dans les régions à vocation agricoles (utilisation d'engrais)et pompage intense ,d'où dissolution importante des évaporites englobées dans les marnes du miopliocène et du barrémien aptien albien(elhaudh et aflou).

-au sens d'écoulement qui entraîne en enrichissement des éléments chimiques.

-a la tectonique, les maxima coïncident avec des failles "Aflou"qui nous permet d'admettre d'arrivées d'eau minéralisé en provenance des nappes sous jacents.

-Hco₃:les bicarbonates sont liée à l'activité biologique, le co₂ libre se transforme au contact d'eau en acide carbonique qui ira attaquer la matrice calcaire y'aura libération ca⁺⁺ que l'on trouve dans l'eau.dans la zone de Sebgag.

La concentration de bicarbonate est de 240mg/l.

-mg⁺⁺:l'origine des formations magnésium est double. D'une parte il provient du lessivage de formation dolomitique du turonien, d'autre part des niveaux évaporitiques du miopliocène et du barrémien –aptien –albien.

La concentration de mg⁺⁺ est de 190mg/l.

- la concentration de No₃- est : 50mg/l (teneur acceptable suivants les normes d'OMS)

Rapport de $\text{So}_4/\text{cl}^- > 1$ donc la formation du mio-plierocène très riche en gypses.

-rapport $mg^{++}/ca^{++} < 1$. Le rapport ne dépasse pas 1 donc le rapport présent des valeurs élevées dans les formations du mio-pliocène situé à proximité des affleurements dolomitique du tuonien qui entraînent un enrichissement en magnésium par lessivage.

-rapport cl^-/Hco_3^- : le rapport est inférieure à l'unité dans les formation du mio-pliocène suite à un enrichissement en chlorure "mise en solution des évaporites".

Faciès chimiques:

Fondé sur la proportion d'ion majeur à partir de diagramme de schoeller Berkaloff.

Dans la région de Sebgag ce généralement de type:

Bicarbonaté calcique :66échantillons 38.82% subdivise en trois sous types:

-bicarbonaté ,sulfaté ,chlorure avec : $ca^{++} > mg^{++} > na^{++}$.

56 échantillons :32.94%.

-bicarbonaté ,chloruré ,sulfaté avec : $ca^{++} > mg^{++} > na^{++}$.

06 échantillons 3.53%

-bicarbonaté ,sulfaté ,chloruré avec : $ca^{++} > na^{++} > mg^{++}$.

04 échantillons :2.35%.

Le caractère bicarbonate est du à la mise en solution de la matrice calcaire des grés du barrémien ,aptien ,albien, les affleurements du mio-plio-quaternaire sont relativement réduits , de ce fait ils interviennent assez peu sur le chemisme des eaux.

Les sulfates proviennent de la mise en solution des gypses contenus dans les intéraclées dans les bancs de grés .[03]

VI -2Les eaux souterraines :

L'eau souterraine, au cours de son déplacement subit des modifications liées à plusieurs facteurs , tels que la géologie , la climatologie,.....etc.

Notre étude se propose d'expliquer les causes et les conséquences de ces facteurs sur la variation de la composition chimique de l'eau.

L'étude hydrochimique du secteur est basée sur l'analyse physico-chimique de 34 échantillons. ces analyses ont été effectuées dans le laboratoire de l'ANRH W-ALGER « 1986 ».

Dans cette partie de l'étude consacré à la chimie des eaux , nous nous sommes intéressé aux éléments suivants :

-cations : Ca⁺⁺ ;Mg⁺⁺ ;Na⁺.

-anions : Cl⁻;So4⁻²;Hco3⁻;No3⁻.

Tableau n°22 :Analyse chimique de la nappe du synclinal d'aflou « A.N.R.H ».

N°de BIRH A.N.R.H	Coordonnées Lambert		Composition chimique (mg/l)								PH
	x	Y	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	cl ⁻	So4 ⁻	No3 ⁻	Hco3 ⁻	Rs	
01/86	401.575	367.750	83	11	18	40	68	38	190	448	7.9
02/86	395.800	363.500	85	24	13	40	108	22	209	501	7.7
03/86	395.175	364.900	105	21	23	65	95	35	225	169	7.9
04/86	396.000	365.250	200	54	50	115	413	04	240	1076	8.0
05/86	400.160	393.650	198	53	35	55	500	33	209	1083	7.9
06/86	400.175	372.500	120	21	25	50	140	22	221	599	8.0
07/86	400.450	372.650	120	22	25	50	155	62	212	646	7.9
08/86	401.825	372.600	113	29	23	50	145	48	216	624	7.8
09/86	401.175	371.075	92	36	35	45	180	46	214	648	8.0
10/86	400.200	371.000	75	18	13	25	65	22	209	424	7
11/86	400.000	370.600	155	108	138	295	375	70	298	1439	7.8
12/86	399.900	370.550	298	158	27	545	825	25	621	2499	7.7
13/86			113	18	08	25	80	52	229	525	7.7
14/86	399.200	368.750	148	28	35	95	213	68	246	833	8.0
15/86	399.200	368.050	67	22	20	30	98	30	161	428	7.5
16/86	399.200	368.900	113	35	23	55	183	21	245	671	7.7
17/86	399.450	368.450	68	12	15	30	45	53	163	386	7.9
18/86	400.250	367.400	90	12	15	30	73	42	199	461	7.6
19/86	398.450	368.550	120	52	90	245	272	13	62	854	7.9
20/86	398.425	367.950	200	67	63	115	488	10	288	1360	7.9
21/86	397.500	367.625	108	28	25	65	448	10	59	543	7.8
22/86	397.575	366.475	173	53	115	363	256	15	27	1002	7.6
23/86	397.725	366.500	105	51	38	85	210	28	245	657	7.9
24/86	397.700	366.000	183	63	88	125	470	71	301	1301	8.1
25/86	397.650	366.250	113	32	28	60	275	26	274	773	7.3
26/86	397.675	366.000	235	66	68	175	263	315	255	1377	7.6
27/86	397.625	364.000	83	23	15	45	75	37	177	455	7.9
28/86	400.300	365.850	75	15	18	30	73	48	171	434	7.9
29/86	400.150	366.250	78	12	05	40	35	91	130	391	7.6
30/86	399.255	364.200	85	14	18	20	60	42	203	442	7.4
31/86	395.750	366.950	133	65	45	170	263	43	317	1036	7.9
32/86	395.200	367.150	108	45	25	50	233	67	203	731	8.0
33/86	394.650	366.800	120	63	40	60	410	24	178	895	7.9
34/86	395.700	367.000	93	35	20	31	55	249	118	553	7.7

VI -3 Les eaux au niveau du barrage de khneg sidi Ibrahim:

VI -3-1 Résultat des analyses au niveau du barrage :

Tableau n°23: résultat des analyses

Date de prélèvement	Ca ⁺⁺ mg/l	Mg ⁺⁺ mg/l	Na ⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	So ₄ ⁻ mg/l	Hco ₃ ⁻ mg/l	co ₃ ⁻ mg/l	ph
15-04-2008	197	72	81	114	575	178	91	7,2
01-06-2008	180	70	82	111	577	170	91	7,3

15-05-2008

VI -3-2 Interprétation des résultats :

1-Calcul de SAR :

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$
$$S.A.R = \frac{81}{\sqrt{\frac{197 + 72}{2}}} = 6.98$$

S.A.R=6.98 <10 donc L'eau contenant une faible quantité de sodium, peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans qu'il y ait à craindre que des difficultés ne surgissent du point de vue alcalinisation « risque faible d'alcalisation »
CE =2.1 mmhos.

2-Calcul RSC : carbonate de sodium résiduel.

$$RSC = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{++} + Mg^{++})$$

$$RSC = (178 + 91) - (197 + 72) = 1$$

donc RSC < 1.25 eau peut être utilisée pour l'irrigation.

3-D'après le diagramme de classification d'eau d'irrigation :

la classe de notre eau est de C3S2: qualité moyenne à bonne , a utiliser avec précaution dans les sols lourds mal drainés et pour les plantes sensibles « arbres fruitiers ».

VI -4 Conclusion :

D'après les analyses des eaux « les sources et nappes et eau de barrage » au niveau de l'ANRH on remarque que l'eau est de bonne qualité pour l'irrigation des terrains agricoles .il reste à mieux connaître les sols et leur aptitude pour l'irrigation.

Chapitre VII
Aptitude des sols à l'irrigation

VII : Pédologie de la région de sidi Ibrahim :

L'étude agro-pédologique du périmètre de sidi Ibrahim a été réalisée en vue de déterminer les sols susceptibles d'être irrigués.

L'étude a été réalisée en août 1973, l'échelle de l'étude est 1/200,000^e à partir des photos – aérienne au 1/20,000 la superficie totale de la zone est de 384ha. au cours de la prospection 43 profils pédologiques ont été creusés et décrits dont la profondeur 1.5-2 m.

Système de sol dépend du climat , nous avons distingués les sols suivants :

VII-1 Caractéristiques des sols:

VII-1-1 classe des sols minéraux brutes :

VII-1-1-1 Sous classe non climatique

VII-1-1-1-1 Groupe d'apport alluvial-modal.

La superficie 39ha "10.2%"

Les alluvions modaux sont formés le long de l'oued sans végétation, les sols sont inaptes pour l'irrigation (mise en valeur agricole) car ils sont inondables durant les grandes crues qui peuvent avoir lieu deux ou trois fois par an.

VII-1-2 Classe des sols peu évoluées :

VII-1-2-1 Les sols alluviaux modaux :

apport alluvial sous groupe modaux

la superficie: 107ha "27.8"

La texture: sableuse et sablo limoneuse (sable 71%, argile 3%)

La dose d'arrosage ou RFU

Pour une couche de 0- 0.5m :215m³/ha

Pour une couche de 0.5-1m 351 m³/ha

Les sols alluvions modaux sont calcaire

Sol ne sont pas salin ,degré CE<2mmhos

Les propriétés physiques n'est pas favorable.

Da =1.5-1.7 ;μ%=40%

tableau n°24 :sol peu évolue d'apport alluvial modaux

Sol peu évolué d'apport alluvial modaux												
N° de profil	Textur e	Profondeu r cm	P _F			da	RFU "P _E =2.5"		RFU "P _E =3"		dr	μ %
			4.2	3.0	2.5		mm	M3/h	mm	M3/ha		
								a				
90	Sablo-liminaire x	0-10	4.2		8.7	1.7	7.7	77			2.5	32
	Sablo-liminaire x	10-26	4.1		8.9	1.5	11.5	115			2.5	40
	Sableux	26-46	2.4		5.3	1.7	9.9	99			2.4	28
	Sableux	46-68	1.8		3.8	1.7	7.5	75			2.5	32
	Sableux	68-150	1.1		2.4	1.7	18.1	181			2.4	28

VII-1-2-2 Sol alluviaux humifère :

la superficie: 28ha" 7.3%"

Texture :sableuse et sablo limoneuse ; sable 60-80%;argile 7-12%;humus 1.17% ;N=0.45%

Pour l'horizon 50-60cm on a le taux d'humus:0.44%;phosphore 42 ppm

ppm;k=1.44%;ph=7.8;ce=1mmhos;

Les propriétés physiques ne sont pas favorables.

Da=105-1.8 ;μ%=30-37%

Dose d'arrosage :0-0.5m: 245 m3/ha.

: 0.5-1m: 501 m3/ha.

tableau n°25: Sol peu évolué d'apport alluvial humifère

Sol peu évolué d'apport alluvial humifère												
N°de profi	Texture	Profondeur r cm	P _F			da	RFU "P _E =2.5"		RFU "P _E =3"		dr	μ %
			4.2	3.0	2.5		mm	M3/ha	mm	M3/ha		
85	Sablo- liminaux	0-14	5.6		11.3	1.5	12	120			2.4	37
	Sableux	14-32	2.8		5.6	1.6	8.1	81			2.4	33
	Sablo- liminaux	32-54	5.8		10.9	1.6	18	180			2.4	33
	Sablo- liminaux	54-80	6.3		11.9	1.6	23.3	233			2.5	36
	Sableux	80-130	4.8		9.4	1.6	36.8	368			2.3	30

VII-1-2-3 Sol colluviaux modaux :

apport colluvial sous groupe modaux

la superficie :81ha "21.1%"

Texture :Sableux- limoneuse; sableux ; limoneux(sable 65%-70%;argile 9-11%;humus 0.12%)

Phosphore libre 34-19ppm;k=1.44%

Ca 10.9 ---5.8 dépend de profondeur

Ph=7.4-7.8 alcalin ;1.42-0.32 mmhos; les propriétés physiques ne sont pas favorables

Da=1.5-1.6 ,μ%=30_44%

Dose d'arrosage :0-50cm 240 m3/ha;

: 0.5-1m 512 m3/ha

tableau n°26: Sol peu évolué d'apport colluvial-modaux

Sol peu évolué d'apport colluvial-modaux												
N° de profil	Texture	Profondeur cm	PF			da	RFU "PE=2.5"		RFU "PE=3"		dr	μ %
			4.2	3.0	2.5		mm	M3/ha	mm	M3/ha		
			02	1 Sablo-limonaux	0-10		6.4		13.5	1.5		
	Sableux	10-45	0.9		2.8	1.6	10.6	106			2.4	33
	Sablo-limonaux	45-70	7.3		14.8	1.6	30.0	300			2.5	36
	Sableux	70-95	2.9		5.7	1.5	10.5	105			2.6	44
	Sableux	95-140	2.4		5.0	1.6	18.7	187			2.3	30

VII-1-3 Classe isohumique:

VII-1-3-1 Sols marrons –modaux:

Groupe marron sous groupe –modaux

la superficie :81ha "21.1%"

Accumulation de calcaire est observé dans la partie inférieur de profil

La texture : limoneuse (argile 39%;humus 0.87_0.77%;N=0.42%;p2o2=16-30ppm;k=2.52-3.12%

Complexe absorbant 31-35 meq; ph=7.8 alcalin ;ce=0.9-1.1mmhos ,sol non salin

Da=1.7 ; μ%=29-40% indique la conductance élevée du sol .

Dose d'arrosage: 0-50cm 233 m3/ha

: 0.5m-1m 444 m3/ha

Tableau n°27: Sol isohumique, marrons-modaux

Sol isohumique, marrons-modaux												
N°de profi l	Texture	Profond eur cm	PF			da	RFU		RFU		dr	μ %
			4.2	3.0	2.5		"PE=2.5"		"PE=3"			
							mm	M3/ha	mm	M3/ha		
79	Sablo- argileux	0-15	7.9		12.3	1.7	11.2	112			2.4	29
	argileux - liminaux	15-35	15.1	19.2		1.7			13.9	139	2.5	32
	E	35-52	9.1	12.1		1.6			8.2	82	2.3	30
	Sablo- argileux	52-84	4.4		8.6	1.7	22.9	229			2.3	26
	Sablo- argileux	84-135	7.8		13.3	1.5	42.0	420			2.5	40

VII-1-3-2 Sol marron vertique:

la superficie :8ha"2.1%"

Argile 49% .sable 7-17%

Texture :argileux et argilo lamineuse .

Peu humifère ; humus 1.85% ;N:1.05%,c/n=10; ;phosphore :37ppm,k=8.76% est bon.

Sol calcaire ca=21%

Complexe abs:38-45meq

Mg,Na faible ,ph=7.5

Les sols sont salin ,la salure est observé à partir 30cm ;3.5_5.5mmhos.

Da:1.5-1.8, μ %25.38%

Dose d'arrosage :0-0.5m 284 m3/ha

0-1m 598 m3/ha

Tableau n° 28: Sol isohumique, marrons-vertiques

Sol isohumique, marrons-vertiques												
N° de profil	Texture	Profondeur cm	PF			da	RFU "PE=2.5"		RFU "PE=3"		dr	μ %
			4.2	3.0	2.5		mm	M3/ha	mm	M3/ha		
			108	Liminau-argileux	0-10		17.5	24.4		1.5		
	Argileux	10-30	19.4	24.3		1.8			18.4	184	2.4	25
	argileux-liminaux	30-55	17.2	22.1		1.7			20.8	208	2.5	32
	Sableux-argileux	55-90	6.5		11.4	1.6	27.4	274			2.3	30
	Sableux-argileux	90-125	4.8		9.7	1.5	25.7	257			2.4	38

VII-1-3-3 Sol marrons halomorphes :

la superficie: 40ha "10.4%"

Texture: limoneuse et argileux . argile:33-46%; sable :9-17%

Ils ne sont pas riche en matière organique (MO).

Humus :1.96% ,N:1.12;phos=50ppm,k=3%;calcaire actif 13%

Complexe :45meq/mg,Na faible

Ph=7.4; sol salé 3.8-14.9mmhos parmi les sels chlorurés.

Da=7.4;μ%=22-32%

Dose: 0-0.5m:294 m3/ha

: 0.5-1m : 578 m3/ha

Sol isohumique,marrons-halmorphe.												
N°de profi l	Textur	Profond cm	PF			da	RFU "PE=2.5"		RFU "PE=3"		dr	μ %
			4.2	3.0	2.5		mm	M3/ha	mm	M3/ ha		
91		0-10	16.5	21.8		1.7			9.0	90	2.5	32
		10-30	19.5	25.6		1.7			20.7	207	2.4	29
		30-52	18.6	23.8		1.7			19.4	194	2.2	23
		52-76	10.8	14.7		1.7			15.9	159	2.3	26
		76-120	14.8	19.6		1.8			38.0	380	2.3	22

Tableau n°29: Sol isohumique,marrons-halmorphe

VII-2 Aptitudes pour l'irrigation:

VII-2-1 généralités:

- sol isohumique marron-modaux et sol peu évolué d'apport colluvial favorable (92ha)

La restriction de certaines cultures est due au climat d'hiver trop froid

- sol peu évolué d'apport alluvial humifère (20 ha) le climat de périmètre est un facteur déterminant pour certaines cultures ainsi que la texture
- sols iso humiques marron modaux (5 ha)

Le climat et la profondeur de sols sont les facteurs limitants pour certaines cultures

- sol peu évolué d'apport alluvial modaux (54 ha)

Certaines cultures sont exclues à cause du climat et de la texture

L'irrigation conseillée c'est l'aspersion.

- sol peu évolué d'apport colluvial_ modaux (26 ha) restriction (texture . climat)

Par aspersion

- sol isohumique marron halomorphe (34ha) la salure et la structure sont des facteurs limitant la culture

Drainage et l'irrigation forte (15%) sur dose nécessaire

- sol isohumique marron halomorphe (15%)

Restriction à cause de la salure .

Drainage ; irrigation forte 15%.

VII-2-2 Mise en valeur :

Les conditions naturelles du périmètre permettent de cultiver diverse cultures , une mise en valeur en irrigué favorise l'augmentation du rendement agricoles.

Les observations faites sur les aptitudes des sols en irrigué ainsi que sur les conditions naturelles ont donnée la possibilité de dresser une carte d'aptitude des sol avec des travaux d'amélioration.

Le complexe des facteurs naturels "sol, climat, géomorphologique, lithologie, profondeur et la minimalisation de la nappes " à été pris en considération pour distingué des groupes des sols aptes à telle ou telle culture avec tous leurs besoins.

VII-2-2-1 Les groupes de sol:"voir les annexes"

- groupe : B13I14M10C16 sont regroupés les sols iso humique marrons-modaux et sol peu évoluées d'apport colluvial-modaux .

Aptitude :

Bonne : B-4;5;6;15

I-1;2;3;4.

M- pour toutes les cultures.

C- pour toutes les cultures sauf 2.

Moyenne:B-10;11;12;13.

Inapte :B-1;2;3;7;9;14.

I-5.

C-2.

- groupe I14B27M10C16. Peu évoluée d'apport alluvial humifère .

Aptitude:

Bonne : I-1;2;3;4.

B-5;8.

M- pour toutes les cultures sauf 2 .

Moyenne:B-6;7;10;15.

Inapte : I-5.

B-1;2;3;4;9;11;12;13;14.

C-2

- groupe M10I14B29C16 .sol isohumique marrons modaux.

Aptitude :

Bonne :M- pour tout les cultures .

I-1;2;3;4.

C- pour tout sauf 2 .

Moyenne: B-4;5;11;12;15.

Inapte :I-5.

B-1;2;3;6;7;8;9;10;13;14.

C-2.

- groupe M13I15B28C17: sol peu évolue d'apport alluvial –modaux .

Bonne :M-2;3;4;5;10;11;13;14;16;17;18;19;20;21.

I-4.

B-5;8.

C-1;7;9;10.

Moyenne :M-6;7;8;9;12;15.

I-1;2;3.

B-6;7;10;15.

C-3;4;5;6;8.

Inapte:M-1.

I-5.

B-4;9;11;12;13;14.

C-2.

- Groupe C17M17B30 sol évolue d'apport colluvial modaux .

Aptitude:

Bonne : C-1;7;9;10.

M-2;3;5;10;11;16;18;19;21.

B-6;10;15.

Moyenne:C-1;4;8;9.

M-4;13;14;17;20.

B-6;10;15.

Inapte : C-2.

M-1;6;7;8;9;12;15.

B-1;2;3;4;7;9;11;12;13;14.

I-1;2;3;4;5.

- groupe C18M23 sol isohumique marrons halmorphes .

Aptitude :

Bonne :C-3;5;7;10.

M-1;3.

Moyenne :C-1;4;8;9.

M-2;6;7;8;10;12;13;14;15.

Inapte : B-TOUTES LES CULTURES.

I- toutes les cultures .

C-2;6.

M-4;5;9;11;16;17;18;19;20;21.

- groupe C21M41: sol isohumique –marrons –halmorphes.

Moyenne: C-1;3;5;7;10.

M-1;3;5;19.

Inapte : C-2;4;6;8;9.

M- pour toutes les restes cultures .

B- toutes les cultures.

I- pour toutes les cultures .

Chapitre VIII
Modes et techniques d'irrigation

Chapitre VIII : Techniques et Modes d'irrigation

VIII-1- Introduction :

Quelle que soit l'origine de l'eau et son mode de transport (canaux ou conduites), le problème le plus délicat est le choix de la méthode pour de répartition de cette eau sur le sol de façon que les plantes en tirent le maximum de profit.[07]

VIII-2- Les différents techniques d'irrigation :

Les techniques d'irrigations peuvent être rangées en trois (03) classes, soit :

- L'irrigation de surface
- L'irrigation par aspersion
- L'irrigation localisée

VIII-2-1- L'irrigation de surface :

L'irrigation de surface regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage dans lesquelles la répartition de l'eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre par simple écoulement à la surface du sol. La répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain, et aux propriétés hydriques du sol (ruissellement, infiltration, et capillarité). .[07]

En irrigation de surface, la distinction entre les différentes techniques est essentiellement fondée sur la méthode d'application de l'eau : ruissellement, submersion ou technique mixte.

VIII-2-1-1- Irrigation par ruissellement :

a) – Les planches de ruissellement :

On divise la surface à irriguer en bandes rectangulaires prise dans le sens de la plus grande pente.

En général, la largeur des planches varie de 5 à 30 m. et leur longueur de 50 à 800 m.

L'irrigation par planches convient le mieux aux pentes inférieures à 0,5 %.

Cependant, les pentes longitudinales maximales des planches peuvent atteindre

4 % à 5 %.

Les sols convenant le mieux à cette technique sont les sols moyennement filtrants.

L'irrigation par planches s'applique aux cultures telles que les prairies, les céréales et les vergers. .[07]

La préparation des planches est minutieuse et coûteuse et exige une main-d'œuvre qualifiée et des équipements de terrassement performants.

Les pertes par percolation profonde et en colature est importante , et font remonter dangereusement le niveau des nappes phréatiques.

Les efficacités observées, s'échelonnent dans une gamme très large allant de 45 % à 85 %..[07]

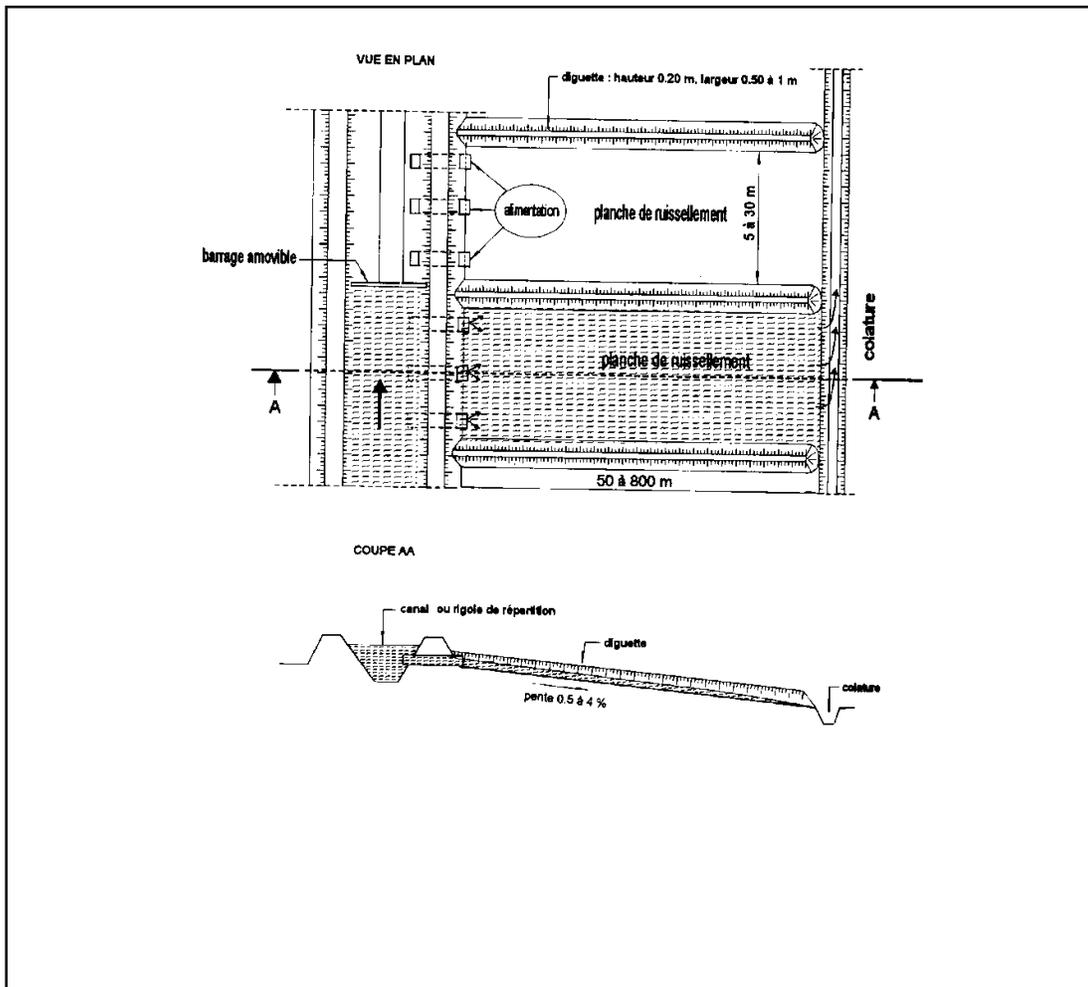


Figure.n°11. Irrigation par planche de ruissellement

b) – L'arrosage à la raie :

Consiste à amener l'eau à la plante, par une série plus au moins dense (espacement d'environ 0,75 à 1 m.) de petits fossés à ciel ouvert à pente faible mais régulière.

Les raies sont tracées suivant la ligne de plus grande pente du terrain pour des pentes $< 02\%$. Pour des pentes $> 02\%$ les raies sont orientées obliquement par rapport à la ligne de plus grande pente. La forme des sections des raies peut être triangulaire, trapézoïdale ou parabolique avec :

- Largeur : 25 à 40 cm.
- Profondeur : 15 à 30 cm.

L'arrosage à la raie se pratique sur les terrains d'environ 0,5 à 4 % de pente et convient à toutes les cultures de céréales et de plantes sarclées (Maïs, Coton, Pomme de terre etc.). L'arrosage à la raie pose de sérieux problèmes d'application de l'eau lorsque la longueur des raies devient importante (supérieure à 250 m.). .[]

Il exige une main d'œuvre abondante et qualifiée pour la conduite des arrosages.

L'efficacité des arrosages telle qu'elle est constatée peut se situer entre 40-70%

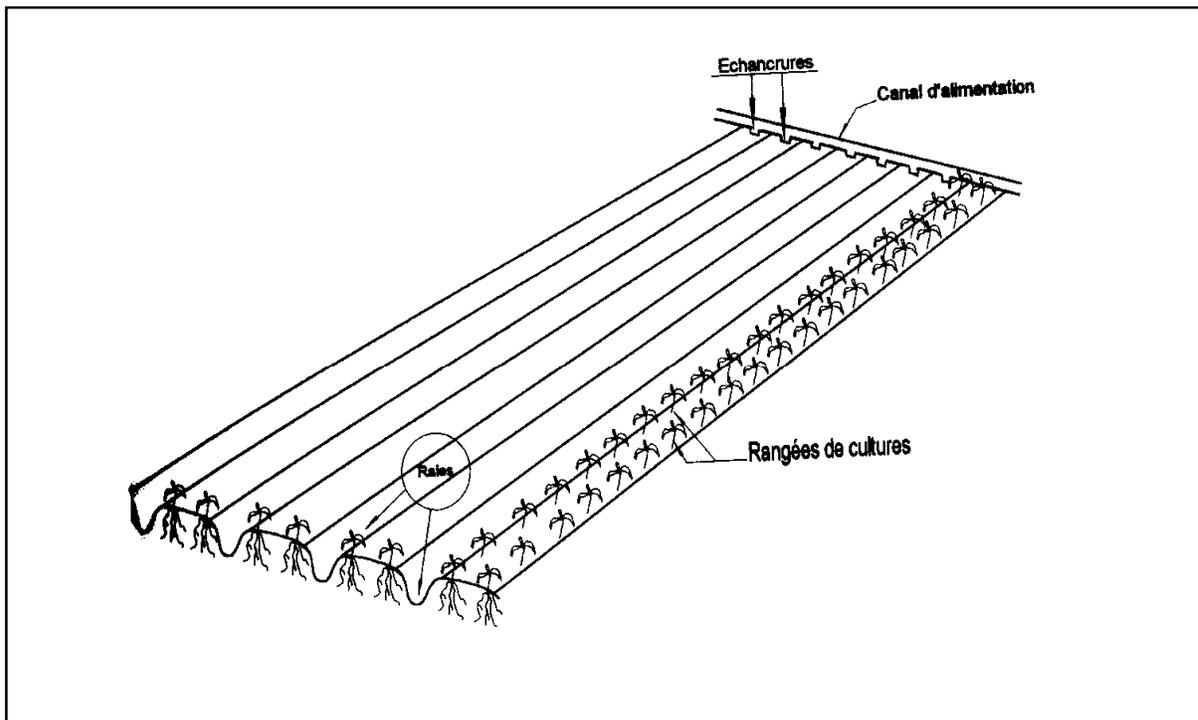


Figure n°:12 Irrigation à la raie

VIII-2-1-2-Irrigation par submersion :

Dans la pratique de la submersion, l'eau est apportée et répandue aussi vite que possible sur l'ensemble de la parcelle à irriguer avant la phase d'infiltration proprement dite. La pratique de la submersion, nécessite l'aménagement du terrain en bassins de submersion, avec des petites digues de 30 à 40 cm. de hauteur et une revanche minimum de 10 cm. .[07]

L'irrigation par submersion est une technique d'arrosage appliquée de préférence en terrain presque plat (moins de 0,1 % de pente).

L'uniformité de l'arrosage est directement liée à trois (03) facteurs :

- 1) . Faible perméabilité (terrain très peu ou moyennement perméable)
- 2) . Qualité du nivellement.
- 3) . Fort débit d'apport.

La nécessité du nivellement implique généralement des travaux de terrassement importants et coûteux.

Ce système d'irrigation s'emploie dans les rizicultures, les pâturages, les vergers, les prairies, les céréales en ligne, mais en raison du coût du nivellement des parcelles, il est généralement réservé à des terrains plats.

L'efficacité de la technique d'irrigation en submersion se situe entre 45 et 70%

L'application d'une couche d'eau sur la surface de sol à irriguer provoque leur tassement et le rend moins perméable et par conséquent gêne l'aération du sol.

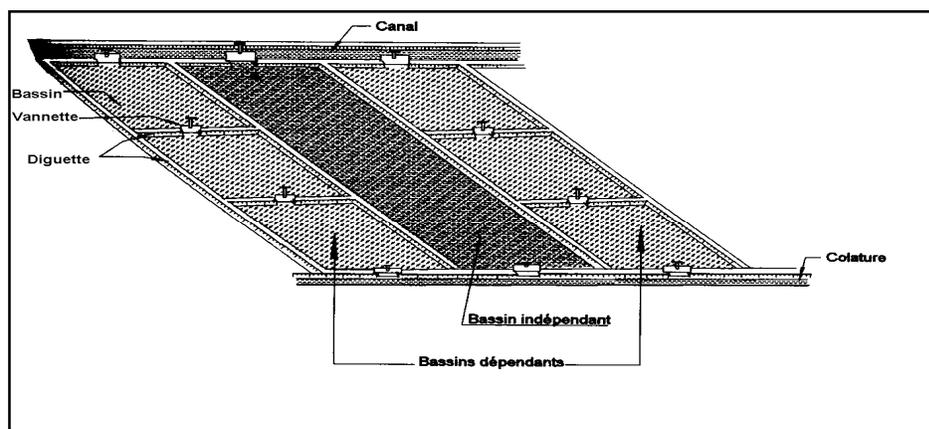


Figure.n°:13. Irrigation par submersion

VIII-2-1-3-L'irrigation mixte : Il s'agit d'un ruissellement suivi d'une submersion.

Les dispositions générales de ce mode d'irrigation sont identiques à celles que nous avons vu, mais lorsque l'eau atteint le niveau voulu dans le bassin, on continue à les alimenter en prenant soin d'évacuer les surplus. .[06]

A cet effet, les compartiments sont munis d'un déversoir arasé au niveau fixé pour le plan maximal. L'eau en excès est évacuée dans les colatures ou dans un bassin contigu.

L'avantage de ce système est que l'eau est plus aérée apporte plus de matières nutritives et présente une température plus régulière ce qui peut être intéressant pour les cultures. .[06]

VIII-2-2- L'irrigation par aspersion :

En irrigation par aspersion, l'eau parvient aux cultures d'une façon qui imite la chute naturelle de la pluie, grâce à l'utilisation de divers appareils de projection ,alimentés sous pression.

Pour cette technique d'irrigation aucun nivellement de la surface n'est nécessaire. Cependant, la pente générale du sol ne doit pas en principe dépasser 10% pour les machines à irriguer.

Tous les types de sols peuvent convenir : on peut obtenir la même efficacité d'arrosage sur les sols les plus sableux que sur les sols les plus argileux, grâce à la large gamme des intensités pluviométriques (I) offertes par les différents matériels ($I < 4$ mm /h pour sols peu perméables, jusqu'à $I < 50$ mm /h pour sols perméables). .[07]

Cette technique d'irrigation présente une excellente efficacité située entre 55 - 85 %, essentiellement en fonction de la maîtrise technique des irrigants .

L'irrigation par aspersion est utilisée pour l'arrosage des cultures les plus diverses : fourragères, maraîchères, céréales, vergers, vigne, etc.... .

Les techniques d'arrosage appliquées en irrigation par aspersion dépendent du matériel utilisé. Elles se divisent en deux grandes catégories :

- L'aspersion simple (rampes perforées, asperseurs, canons)
- Les machines à irriguer (rampes frontales, pivots, enrouleurs, etc.)

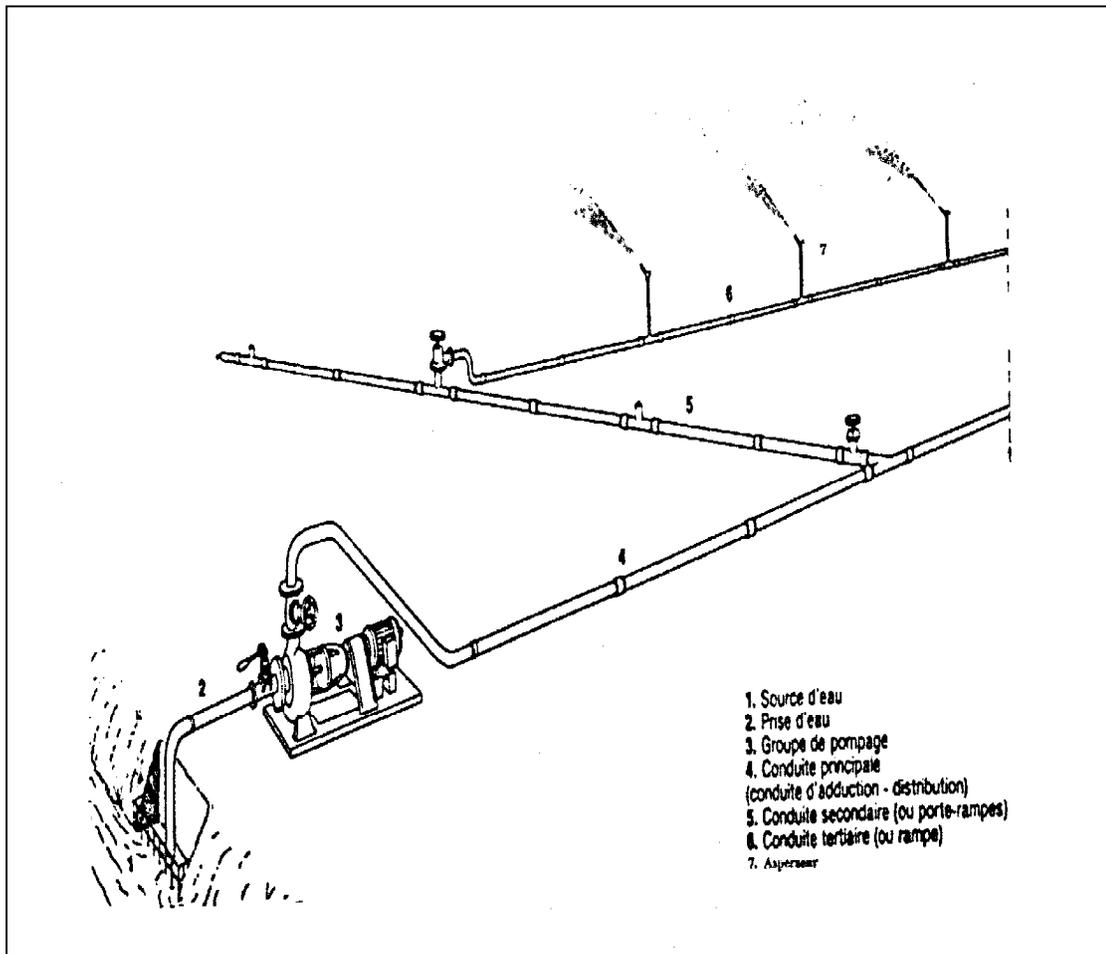


Figure.n°14 . Partie essentielle d'une installation en aspersion classique

VIII-2-3-L'irrigation localisée : L'irrigation localisée ou micro-irrigation, est une méthode qui regroupe plusieurs systèmes de distribution de l'eau à la parcelle. Elle se caractérise par :

- La mise en place sur la parcelle d'un réseau de canalisation.
- Une discontinuité des points d'apport permettant de n'irriguer que les zones utiles à la plante.
- Des débits faibles généralement inférieurs à 100 l/h.
- Une distribution fréquente pour maintenir un certain volume d'eau à un niveau voisin de la capacité au champ.

Selon le type de distribution utilisé, l'eau se localise par points (goûteurs, gaines), par lignes (tubes poreux) ou par surface plus au moins grandes (muni diffuseurs, micro asperseurs). .[06]

L'efficacité de l'irrigation localisée est excellente. Elle est située entre 70% à 95%.

L'irrigation localisée est surtout pratiquée en cultures maraîchères ou fruitières.

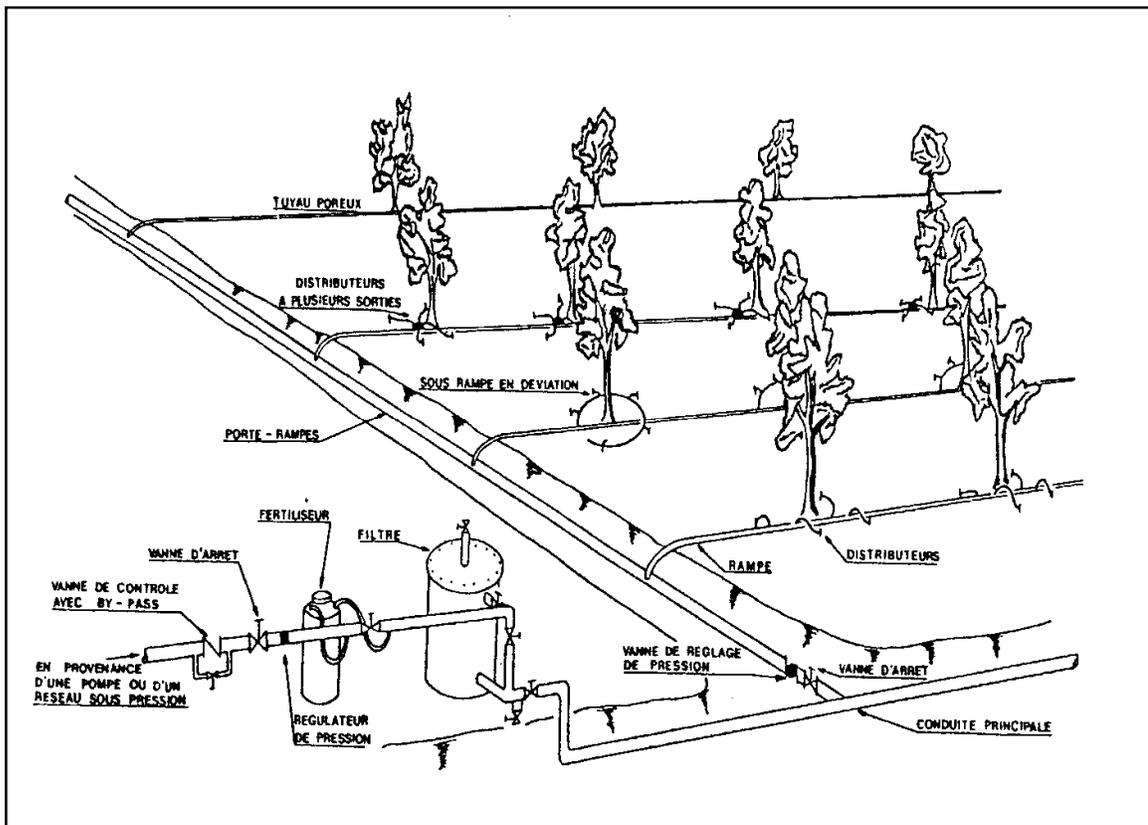


Figure n°:15 . Partie essentielle d'une installation localisée

VI.2-4 Les techniques d'irrigation de sub-surface ou sous-terrain :

En irrigation sous-terrain, l'application de l'eau se fait sous la surface du sol. Elle peut consister en :

- un contrôle de la nappe ou moyen d'un réseau de drainage qui peut fonctionner à l'envers par l'admission d'eau d'irrigation ; ce réseau peut être constitué par des fossés profonds ou des drains enterrés, cette technique est convient aux terrains humides et relativement plats.
- la mise en place de dispositifs permettant l'humectation souterraine d'un volume de sol proche des racines des plantes, cette technique est surtout employée en cultures maraîchères sur de petites surfaces. .[07]

VIII-3- Les avantages et les inconvénients des techniques d'arrosages:

VIII-3-1- Techniques d'irrigation de surface:

■ Avantages :

- ◇ Coût d'investissement relativement faible,
- ◇ Besoins en énergie faibles ou nuls,
- ◇ Insensibilité au vent,
- ◇ Bonne adaptation aux eaux usées,
- ◇ Les végétaux ne sont pas mouillés ce qui est favorable
sur le plan phytosanitaire,
- ◇ Possibilité d'utilisation d'eau salées (en pratiquant le lessivage du
sol)

■ Inconvénients :

- ◇ Besoins importants en main d'œuvre,
- ◇ Inadaptation aux sols très filtrants,
- ◇ Planage nécessaire des parcelles qui donne une surface consommée par
les canaux et rigoles,
- ◇ Pertes d'eau importante c'est-à-dire efficacité d'arrosage faible.

VIII-3-2- Techniques d'irrigation sous pression:

■ Avantages :

- ◇ Absence de nivellement préalable,
- ◇ Bonne adaptation à tous les types de sol,
- ◇ Possibilité de mélanger facilement des engrais et pesticides à
l'eau d'irrigation
- ◇ Possibilité de contrôle précis des doses appliquées et
Possibilité d'automatisation

■ **Inconvénients :**

- ◇ Coût d'investissement élevé,
- ◇ Dépense énergétique élevée,
- ◇ Difficultés d'utilisation et efficacité réduite en régions ventées,
- ◇ Mouillage des feuilles favorisant les maladies cryptogamiques chez certaines espèces végétales,
- ◇ Ne convient pas aux eaux salées sur beaucoup de cultures (risque de brûlure du feuillage ou de dépôts inesthétiques sur les fruits).

VIII-3-3- L'irrigation localisée:

■ **Avantages :**

- ◇ Excellent rendement des cultures
- ◇ Excellente efficacité d'arrosage à la parcelle,
- ◇ Très faible besoin 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 d'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.

VIII-3-4- L'irrigation souterraine:

■ **Avantages :**

- ◇ Absence de matériel en surface, d'où aucune gêne pour l'exploitation,
- ◇ Très faible coût d'investissement et de fonctionnement sur des parcelles préalablement équipées en drainage souterrain,

◇ Ne mouille pas le feuillage, ni le sol ce qui est favorable du point de vue phytosanitaire et aux façon culturales.

■ **Inconvénients :**

◇ Technique utilisable seulement dans certaines conditions pédologiques sur des parcelles justifiables d'un drainage souterrain,

◇ Maîtrise incomplète et aléatoire de l'alimentation hydrique des cultures qui fait réserver cette technique aux productions à faible valeur ajoutée.

VIII-4- Choix des techniques d'irrigation :

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

- Topographie (pente du terrain à irriguer, relief, géométrie de la parcelle)
- Ressource en eau (quantité, qualité, débit dont on dispose)
- Nature du sol (perméabilité)
- Nature des cultures
- Facteurs économiques
- Rentabilité de l'opération
- Facteurs sociologiques et culturels

On ne doit pas considérer chacun de ces critères de manière isolée. Au contraire, il faut en avoir une vision globale afin de mieux évaluer les potentialités d'irrigation d'un site ou d'une région donnée. Pour mieux aider à conduire le choix, il est proposé au préalable, un examen des avantages et des inconvénients de chacun des grands type de techniques d'irrigation.

Par ailleurs, quelques constats remarquables à prendre en considération permettent de définir de façon plus avertie des solutions adaptées aux différentes situations que l'on rencontre dans le monde :

-Dés que l'on peut économiser l'eau, les deux techniques à promouvoir sont l'aspersion par les grandes machines à irriguer ou

l'irrigation localisée, mieux adaptée aux cultures fruitières et maraîchères ainsi qu'aux petites ou moyennes exploitations.

-Quand les quantités d'eau à apporter à la plante sont faibles et que l'énergie n'est pas très chère, les machines à enrouleur sont adaptées, les coûts d'investissement étant faibles.

-Au contraire, les techniques d'irrigation de surface peuvent alors être recommandées dans le cas où la main d'œuvre est bon marché. Elles le sont encore plus lorsque le réseau lui-même est gravitaire, par exemple à l'aval d'un barrage ou d'une prise en rivière.

-Les grandes machines à irriguer, rampe pivotante ou rampe frontale, ne sont pas adaptées aux petites exploitations, obligées de cultiver les mêmes spéculations aux mêmes périodes.

VIII-5- Travaux et aménagements recommandés:

VIII-5-1- Les amendements organiques:

Leur pauvreté en matière organique, les sols du périmètre de khneg sidi ibrahim sont de texture généralement fine, riche à moyennement riche en calcaire (total et actif) et à PH légèrement alcalin à alcalin, il est recommandé par conséquent d'envisager des amendements organiques, soit par la pratique des engrais verts en tête d'assolement ou des prairies artificielles, temporaires pendant les premières années de mise en valeur; sinon, il faut prévoir des apports de fumier naturel en grande quantité, ce dernier étant peu disponible dans la zone.

VIII-5-2- La fertilisation:

les sols sont en générale, pauvres en éléments fertilisants, ils conviennent d'envisager des apports en fonction des besoins des espèces cultivées et de leur cycle végétatif. Ces apports serviront d'une part à redresser la fertilité du sol et d'autre part à restituer au sol les éléments fertilisants exportés par les récoltes et ceci afin de maintenir à un niveau acceptable la fertilité du sol.

VIII-5-3- Les brises vents:

L'installation d'un réseau de brise vent composé d'espèces bien adaptées à la région, et bien orienté permet de protéger les cultures contre les effets néfastes des vents surtout les vents secs et chauds.

VIII-6-Les contraintes à la mise en valeur:

VIII-6-1- Les contraintes climatiques :

Le climat en tant que contraintes à la mise en valeur en irrigué, agit par trois principales composantes : les températures, les gelées et les vents.

Surtout dans les zones semi arides et arides comme la zone de khneg sidi Ibrahim

VIII-6-2- Les contraintes édaphiques:

L'étude des sols a fait ressortir certaines caractéristiques qui représentent des contraintes pour la mise en valeur en irrigué, il s'agit principalement du calcaire (total et actif), de la texture et la salure.

Le taux de calcaire

Qu'il soit actif ou total, le taux en cet élément dans les sols quand il est élevé constitue une contrainte sérieuse pour les cultures arboricoles et réduit la gamme des cultures maraîchères, il entraîne également une insolubilisation de certains éléments nutritifs (phosphore et fer) et favorise une augmentation du PH.

La texture

Les sols du khneg sidi Ibrahim présentent en général une texture fine (sablo – limoneux), cette finesse favorise l'exclusion de nombreuses espèces arboricoles et de limiter la gamme des cultures maraîchères et industrielles.

La salure

La majorité des sols sont affectés par une faible salure, la conductivité électrique (CE) croît avec la profondeur du sol sans dépasser les valeurs limites .sauf quelque zone VII (voir la carte pédologique) puisque il y a de problème de salinité.

Cette salure combinée à une texture fine favorise la limitation de certaines cultures maraîchères et arboricoles envisagées.

VIII-7 CONCLUSION:

Des progrès technologiques consistant à mécaniser et automatiser les réseaux d'irrigation permettent d'améliorer sensiblement les performances de l'irrigation tout en diminuant les interventions manuelles pénibles. Ces progrès concernent tous les modes d'irrigation, mais sont relativement plus avancés en aspersion et en micro irrigation. Ils peuvent aller jusqu'à l'automatisation complète de l'irrigation, pilotée par micro-ordinateur en fonction d'informations micro météorologiques, agronomiques ou sur l'état hydrique du sol, transmises en temps réels par des capteurs.

CONCLUSION GENERALE

Les obstacles majeurs rencontrés lors de l'élaboration de cette étude, sont d'une part le manque de documentation et de données, climatologiques et hydrogéologiques, relative à notre zone d'étude. Malgré cet handicap majeur, nous pensons que ce mémoire a apporté une modeste contribution à l'étude de cette région.

Après la réalisation de ce travail, nous pouvons dire que:

-notre zone d'étude est caractérisée par un climat semi-aride et une amplitude thermique élevée (13.6c°).

La température moyenne annuelle est de 13.7°c).

L'automne et le printemps sont les saisons les plus pluvieuses.

-l'étude de l'espacement des courbes isopiézes donne une information sur la variation locale de transmissivité .ceci peut être expliquer par le gradient hydraulique qui montre que la partie Sud de l'aquifère est plus perméable que la partie nord .et l'écoulement des eaux souterraines se fait en général de l'Est vers l'Ouest.

-les eaux du barrage sont du bonnes qualité pour l'irrigation des terre(SAR=6.98;RSC=1;CE=2.1mmhos .

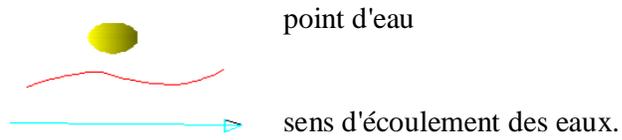
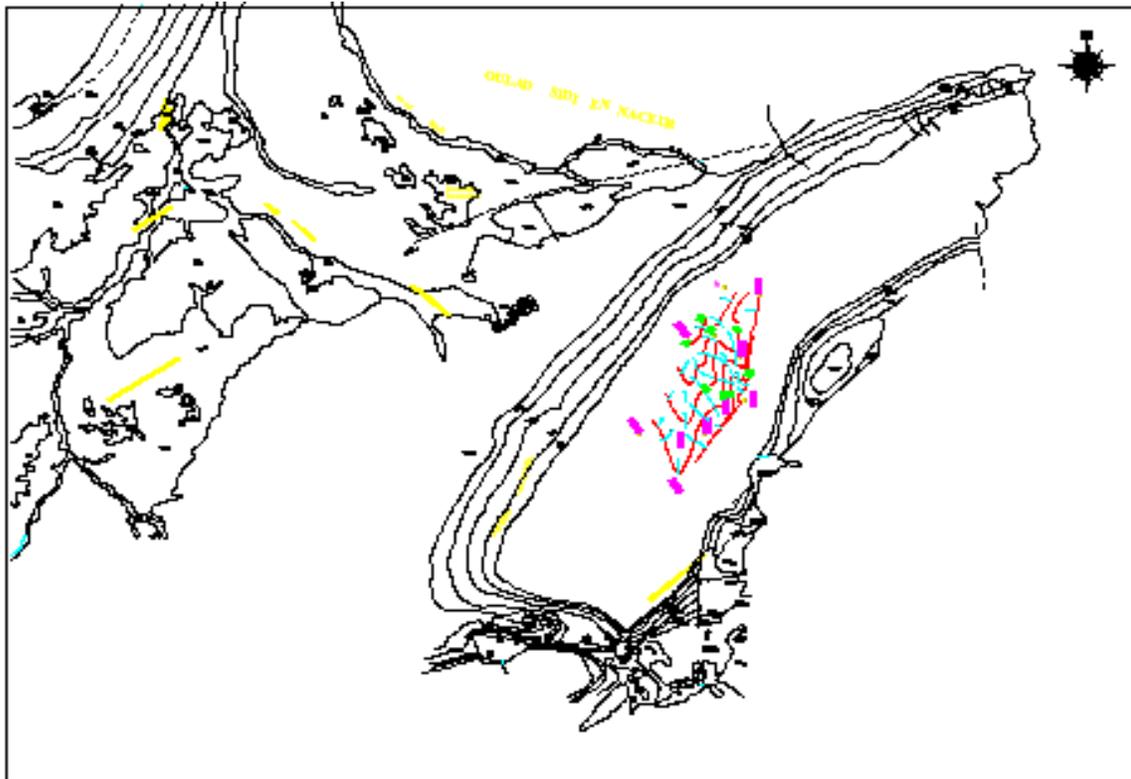
-sol de khneg sidi Ibrahim est apte pour l'irrigation généralement avec la restriction des certaines cultures a cause de salinité.

-la mieux technique d'irrigation c'est l'aspersion.(puisque cette méthode est valable pour tout les types des sol surtout sablo liminaux ;et ma zone avalante donc par aspersion c'est mieux ».

-Et enfin on recommande les aménagements suivants:

- labour profond pour améliorer la texture; structure et diminue la salinité.
- la rotation culturale pour augmenter le rendement de production agricole.
- traitement permanent des eaux du barrage.
- lessivage des terres salines (ajoute des doses d'irrigation pour lessiver).
- les brises vents pour éviter le gaspillage d'eau pendant l'irrigation par aspersion et pour augmenter leur rendement.

annexes et bibliographie



annexe n°0
 1 :carte piezometrique du synclinal d'Aflou (w.Laghouat)

HISTORIQUE DU SITE



Excavations dans la roche pour l'ouvrage •

27



HISTORIQUE DU SITE



Vue sur la cuvette du barrage •

24



HISTORIQUE DU SITE



Vue sur le digue de raccordement de l'ancien ouvrage •

18



HISTORIQUE DU SITE



Excavations réalisés dans le corps du barrage •

26



HISTORIQUE DU SITE



Vue sur l'ancien ouvrage de dérivation •

19



HISTORIQUE DU SITE



Vue sur le corps de l'ancien ouvrage exécuté en gabions et protection en béton •

20



Annexe n°02

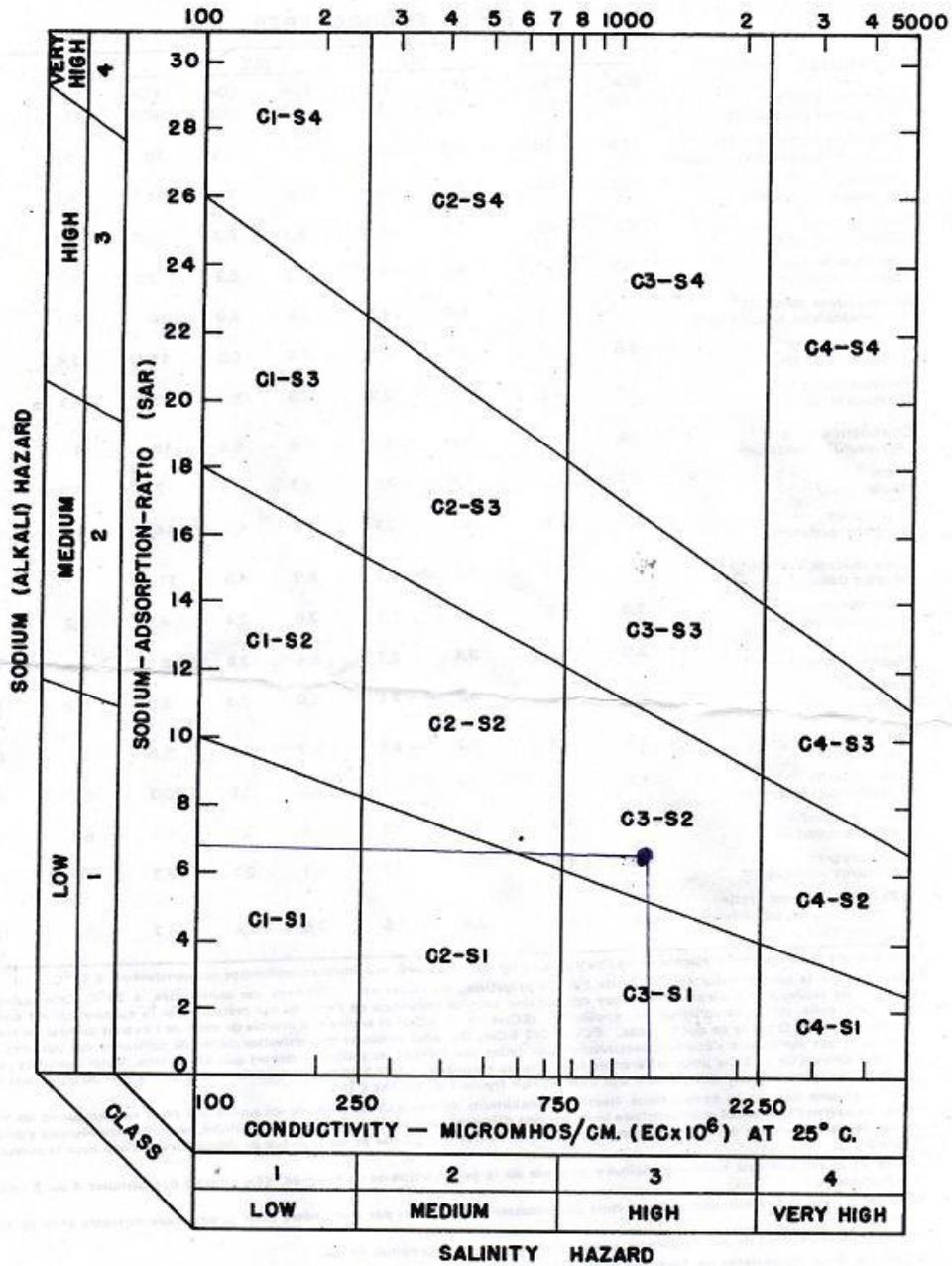


FIGURE 25.—Diagram for the classification of irrigation waters.

I	CULTURE INDUSTRIELES
1	Betterave à sucre.
2	Coton.
3	Tournesol.
4	Tabac.
5	Lin.

Annexes n°04: types des cultures

M	CULTURE MARAICHIERES
1	Artichaut
2	Tomate.
3	Oignons.
4	Pomme de terre.
5	Carotte.
6	Navet.
7	Choux fleur.
8	Choux pommé.
9	Epinard.
10	Laitue.
11	Ail.
12	Aubergine.
13	Pastèque.
14	Melon.
15	Piment-poivron.
16	Haricot.
17	Concombre.
18	Pois.
19	Asperge.
20	Fraisier.
21	Tomate; piment poivron ;aubergine; primeurs.

Annexes n°04: types des cultures

C	CULTURE CEREALIERES ET FOURAGERES
1	Luzerne.
2	Bersia.
3	Sorgho.
4	Mais.
5	Fétuque.
6	Vesce-avoine.
7	Ray-grass.
8	Blé dur.
9	Blé tendre.
10	Orge.

B	CULTURE ARBUSTIVES
1	agrume
2	Pêche sur franc, abricotier sur franc.
3	Pêcher sur amandier, abricotier sur amandier sur franc
4	Pêcher sur prunier
5	Abricotier sur franc.
6	Abricotier sur prunier myrobolan ;prunier sur prunier myrobolan.
7	Cerisier sur merisier.
8	Cerisier sur st Lucie.
9	Olivier.
10	Pommier sur franc.
11	Pommier sur doucin.
12	Pommier sur paradis.
13	Poirier sur franc.
14	Poirier sur cognassier.
15	Figuier.