

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

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Conception Des Systèmes d'Irrigation et de Drainage

THEME :

**ETUDE D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOL
DU LA PERIMETRE DU HAUT ISSER
(W.BOUIRA)**

Présenté par :

M^r MAGHRAOUI TAKIO EDDINE

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et prénom	Grade	Qualité
M^r T.KHETTAL	M C.A	Président
M^{me} O.AZIEZ	M A.A	Examinatrice
M^{me} D.DJODAR	M A.A	Examinatrice
M^r D.KOLIAI	INGÉNIEUR EN CHEF	Examineur
M^{me} S.LEULMI	M A.A	Examinatrice
M^{me} ABDERRAHMAN Née /SAIL	M A.A	Promotrice

Juillet -2012

Remerciements:

Au terme de ce projet, fruit de mes années de labeur, je tiens à remercier sincèrement Dieu, de m'avoir octroyé les moyens et les personnes qui m'ont aidé dans son élaboration Madame ABDERRAHMAN/Née SAIL.N qui m'a accueilli dans son bureau et a bien voulu m'encadrer durant ce mémoire de fin d'études. Je lui exprime mes vifs remerciements.

-Monsieur T. KHATTEL qui m'a fait l'honneur de présider ce jury.

-Madame D.DJOUJAR d'avoir honoré le jury.

-Monsieur D. KOLAÏ d'avoir honoré ce jury.

- Madame S.LEULMI qui m'a fait l'honneur de bien vouloir juger ce travail.

-L'ensemble du personnel et enseignants de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique (ENSH), qui a veillés à ma formation.

Takio-eddine

Dédicace:

Je dédie ce modeste travail,

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

-A mes sœurs

-A mes frères

-A tous mes amis et collègues de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique, avec lesquels j'ai été pendant mon étude, Min, Mahmoud, Khalifa, Younes, Ahmed, Omar.

Takio-eddine

ملخص

إنَّ الهدف من انجاز مذكرة نهاية الدراسة هذه يندرجُ ضمنَ السياسة الحالية المُتعلقة بتسيير و تطوير المساحات الزراعية المسقية ، و ذلك للوصول الى اعلى درجات المردودية الممكنة عن طريق الاستغلال الناجع و الاستثمار الامثل للموارد المتاحة من حيث الموارد المائية و نوعية التربة و هذا لن يتأتى إلا بتبني أنظمة سقي حديثة و التي فرضت فاعليتها، نذكر منها السقي بالتنقيط و السقي بالرش الأكثر تطورًا في الآونة الأخيرة نتيجة للتقدم العلمي و التكنولوجي. و من بين ما تتميز به هذه الأنظمة هو تحقيقها لاقتصاد معتبر للمياه و في اطار تطوير المساحة الزراعية المعنية بالدراسة في هذه المذكرة و هي منطقة يسر العليا قمنا باستغلال سد كدية اسردون لتلبية الاحتياجات المائية الضرورية لمختلف النشاطات الزراعية.

Résumé

L'objectif de mon mémoire de fin d'études rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion et du développement des périmètres irrigués; de façon à atteindre un rendement élevé possible par le millieur exploitation et l'investissement pour les ressource en eau et on sols. Cela par adoption des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée, l'irrigation par aspersion les mieux développés avec l'évolution de la science et de la technologie. Ces systèmes présentent de multiples avantages, comme l'importante économie d'eau.

Dans le cadre de développement la surface irrigue étudié dans ce mémoire-Haut Isser-, on utilise le barrage de Koudiat Acerdoune pour la satisfaction des besoins en eaux.

Abstract

The aim of our thesis is included actual policy of the irrigated areas management in a way that arrive for high development and investment for different resources ,water and ground .and this will be by adoption of modern irrigation system which proved their reliability for example localized irrigation, aspersion irrigation, which are the most developed with the evolution of science and technology .of course, These systems present many advantages like the important saving water.

Therefore, for the development of our farm concerned by study in this thesis- Isser high- we used Koudiant Acerdoune dam as resource of water for the satisfaction of our sufficient water.

Sommaire

Introduction générale

Chapitre I. Présentation générale

I.1. Situation géographique du périmètre du haut Isser	1
I.2. Géomorphologie	1
I.3. Hydrographie	1
I.4. Hydrologie de surface retenue existantes	2
I.5. Géologie	3
I.5-1. Contexte géologique régional	3
I.5-2. Stratigraphie	4
I.5-3. Le Précambrien	4
I.5-4. Le Carbonifère	4
I.5-6. Le Permo-Trias	4
I.5-7. Le Trias	4
I.5-8. Le Jurassique	4
I.5-9. Le Crétacé	5
I.5-10. Le Paléogène	5
I.5-11. Le Néogène	5
I.5-12. Le Quaternaire	5
I.6. Lithologie	5
I.6-1. Crétacé	5
I.6-2. Paléocène- Eocène	6
I.6-3. Miocène	6
I.6-4. Quaternaire	6
I.7. Hydrogéologie	7
I.7-1. Les différentes formations hydrogéologiques existantes	7
I.7-2. Typologie de la nappe aquifère des formations quaternaires	7
I.8- Agro-climatologie	8
I.8-1. superficie et subdivision du bassin versant de l'oued Isser	8
I.9. Analyse des données	9
I.9-1. La précipitation moyenne	10
I.9-2. La température de l'air	10
I.9-4. Le vent	10
I.9-5. Le sirocco	11
I.9-6. La tension de vapeur	12
I.9-7. L'insolation	12
I.9-8. La nébulosité	12
I.9-9. L'évaporation	13
I.9-10. Indices climatiques	14
I.9-10.1. Indice d'aridité de Martonne	14
I.9-10.2. Quotient pluviométrique d'Emberger	15
I.9-10.3. Climogramme de Gaussen	15

Conclusion	18
------------	----

Chapitre II. Ressources en eau et en sol

Introduction	19
II.1.Classification des sols	19
II.1-2.Classe II19	
II.1-1.Classe II	19
II.1-3.classe III	19
II.1-4.classe IV	20
II.1-5.Classe V	20
II.2.Qualité des sols	20
II.2. Ressources en eau	22
II-2-1. Ressources superficielles	22
II .2-2. Ressources souterraines	23
II.3. Evaluation de la qualité de l'eau d'irrigation	23
Conclusion	25

Chapitre III. Etude hydrologique et Besoin en eau

Introduction	26
III.1.Etude des précipitations	26
III.I-2.Analyse statique des précipitations totales annuelles de la station de Djebahia	26
III.2-3-1.Analyse de l'échantillon et choix du type de loi	27
III-2-3-2. Choix du type de loi	28
III.2-3-3. Teste de validité d'un ajustement	30
III.2-3-3.1. Test de validité de l'ajustement a la loi Normale	30
III.2-3-3-1. Test de validité de l'ajustement a la loi log-Normale	30
III.2-4 : Détermination de l'année de calcule	31
III.4.Types d'exploitations moyennes du périmètre par classes superficie	32
III.5 .Identification des principaux types d'assolement	33
III.6.Calendrier d'occupation des sols pour les cycles culturaux retenus	34
III.7.Besoin en eau du périmètre	35
III.7-1.L'évapotranspiration potentielle ou de référence (ETP ou ET0)	35
III.7-2 .L'évapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC)	36
III.7-3.Calcul de L'évapotranspiration potentielle ou de référence	36
III.7-3-1.Méthode de Mr Penman&Motheit modifiée	37
III.7-4.La pluie efficace	38
III.7-5.Efficience de l'irrigation	39
III.7-6.Besoins nets et bruts en eau suivant le calendrier cultural	40
III.7-7.Besoins bruts en eau d'irrigation suivant l'assolement A et B	42
Conclusion	43

Chapitre IV. Schéma d'aménagement et équipement du périmètre

Introduction	44
--------------	----

VI-1-Schéma d'adduction et de distribution	44
VI-2- L'ouvrage de prise	44
VI-3-Réseau de distribution	44
VI-3-1- Matière des conduites	44
VI-3-1-1-Conduite en béton précontraint	44
VI-3-1-2-Conduites en maitres plastique	45
VI-4-Station de pompage	45
VI- 5- Réservoirs	45
VI-6-Matériel de contrôle et de protection du réseau en conduites sous pression	45
VI- 6-1-Vanne de sectionnement et de vidange	45
VI-6-2-Ventouses	45
VI-6-3-Soupapes de décharge-anti bélier	45
VI-7-Les bornes d'irrigations	46
IV.8. Implantation des bornes	47
IV.8. Implantation des bornes	47
IV .9. Tracé du réseau	47
IV.10.Ilots d'irrigation	48
IV.10-1. Critères de choix d'îlot type	48
IV.10-1-1. Structure foncière et taille d'îlot type	48
IV.10-1-2. géométrie d'îlots types	48
IV.10-1-3. Superficie de l'îlot type	48
IV.11. Calcul hydraulique de réseau d'adduction et de distribution	48
IV.11-1. Modalités de dessertes	48
IV.11-1-1. La distribution continue	48
IV.11-1-2. Distribution par rotation	48
IV.11-1-3. Distribution à la demande	48
IV.11-2. Pression demandée aux bornes d'irrigation	49
IV.11-3. Les débits spécifiques	49
IV.11-4.Loi de débit	50
IV.11-5. Calcul des débits des canalisations	50
IV.11-6. Optimisation des canalisations	51
IV.11-6.1. Desserte gravitaire	51
IV.11-6.2.Conduit de refoulement	51
IV.11.7. La perte de charge unitaire	52
IV.11-8. Calcul des diamètres	52
IV.12.Etablissement des profiles en long des conduits d'irrigation	54
Conclusion	55

Chapitre V. Mode et technique d'irrigation

Introduction	56
V.1. Modes d'irrigation	56
V .1.1.L'aspersion classique	56

V .1-1.1Ecartement et déplacement des asperseurs	56
V.1-2.L'aspersion mécanisée	57
V.1-3.L'irrigation localisée	57
V.2. Choix des techniques d'irrigation	58
V.3.Technique d'irrigation	59
V.4. Dispositifs d'irrigation envisageable	59
V .4-1. Principe de base	59
V.4-2.Equipement classique : rampes rigides déplaçables	59
V .4-3. Equipement avec rampes souples et traîneaux	60
V .4-3.1. Equipement avec rampes semi – mobiles	60
V .4-3-2. Equipements avec rampes fixes	60
V .4-3-3. Equipement de quadrillage (couverture totale)	60
V.4-3-4. Machines à irriguer	60
V .4-3-4-1.Les enrouleurs	60
V.4-4. Irrigation localisée	63
V.4-4-1. Les organes de distribution	63
V.5. Choix du mode d'irrigation	65
V.6. Dose d'irrigation et débit de pointe	65
V.7. Dimensionnement des asperseur	66
V.7-1. Choix des asperseurs	66
V.7-2. Longueur de la rampe	67
V.7-3. Diamètre de la rampe	67
V.7-4. Perte de charge dans la rampe	67
V.7-5. Cas de l'irrigation d'un l'îlot du haut Isser	68
V.8.Irrigation localise	70
V.8.1. Dimensionnement d'une installation d'irrigation localisée	70
Conclusion	73

Chapitre VI. Station du pompage et réservoir

Introduction	74
VI.1. Station de pompage	74
VI.1-1.Description de la station de pompage	74
VI.1-2.Données de base de dimensionnement	74
VI.1-3 .configuration de la station de pompage	75
VI.1-3-1 .Débit nominal	75
VI.1-3-2.Hauteur manométrique totale	75
VI.1-3-3 .Nombre de pompes principales	75
VI.1-3-4 .Nombre de pompes de réserve	76
VI.1-4 .Equipements de la station de pompage	76
VI.1-4-1.Groupes électropompes	76
VI-1-4-2 .Vannes	77
VI.1-5. Soupape de décharge- anti bélier	78
VI.2.Réservoirs de compensation	79
VI.2-1 .Description des réservoirs de compensation	79

VI.2-2 .Equipements des réservoirs	80
VI-2-3.Génie civil	80
Conclusion	81

Chapitre VII. Organisation du chantier

Introduction	83
VII.1.Exécution des travaux	83
VII.1-1.Exécution de la tranchée	83
VII.1-2.Assise de la conduite	83
VII.1-3.pose de la canalisation dans la tranchée	83
VII.1-4.Epreuve d'essai de pression	83
VII.2.Engins nécessaires pour l'exécution des travaux	84
VII.3. Exploitation du système d'irrigation	84
VII.3-1.Objectif de l'exploitation	84
VII.3-2.Estimation de l'état hydro-agricole des terres irriguées	84
VII. 3-2-1. Mesure d'amélioration technique	84
VIII.3-2-2.Mesure d'exploitation	84
VII.3-3. Exploitation des ouvrages hydrauliques	85
VII.3-4.Maintenance des ouvrages et équipements	85
VII.3-4-1.Maintenance du premier niveau	85
VII.3-4-2.Maintenance spécialisé	85
Conclusion général	
Bibliographie	
Annexe	

LISTE DES TABLEAU

Tableau. I.1. valeurs du débit de l'oued Isser	1
Tableau. I.2. caractéristiques du bassin versant	9
Tableau. I.3 : Températures mensuelles et annuelles de l'air de Dar El Beida	10
Tableau. I.4 : Températures mensuelles et annuelles de l'air de Dar El Beida (°C)	10
Tableau. I.5 : Humidité relative mensuelle à Dar El Beida en %	11
Tableau .I.6 : Vitesses moyennes mensuelles du vent à Dar El Beida en (m/s) à 2m	11
Tableau. I.7 : Tension de vapeur réelle mensuelle en (mmbar)	11
Tableau. I. 8 :.Insolation moyenne mensuelle en heure	12
Tableau .I. 9 : Nébulosité moyenne en Oktas	12
Tableau .I.10: Evaporation moyenne mensuelle de la retenue de Koudiat Acerdoune	13
Tableau .I. 11: Evaporation moyenne mensuelle à l'évaporomètre Piche (mm)	13
Tableau. I-12 : Les limites de climat d'après l'indice de Martonne	13
Tableau. II.1 : Récapitulations des conductivités électriques <i>ECe</i> des profils	20
Tableau. II.2 : volume de quelque retenue dans notre région	21
Tableau. II.3 : caractéristiques de Barrage du Koudiat Acerdoune	21
Tableau. II .4 : classification des eaux en fonction du S.A.R	22
Tableau.III.1 : la nomenclature, l'équipement des stations	24
Tableau .III.2: pluies mensuelles en dixième de millimètre	25
Tableau.III.3. Calcul de la fréquence expérimentale	26
Tableau.III.4. année sèche de fréquence 80%	29
Tableau III.5. Tableau des caractéristiques du périmètre par classes superficielle	31
Tableau.III.6 : Calendrier d'occupation des sols pour les cycles culturaux retenus	33
Tableau.III.7 : besoin en eau d'irrigation des cultures	38
Tableau.III.8 : besoin bruts totaux des cultures	38
Tableau.III.9. besoin net des assolements A et B	39
Tableau.III.9. besoin brut des assolements A et B	39
Tableau .IV.1: caractéristique du réseau d'adduction	41
Tableau. IV.2 : caractéristique des bornes d'irrigation	43
Tableau. IV.3.débit de points des différentes modèles	46
Tableau. IV.4: Seuils des vitesses admissibles en fonction des diamètres	48
Tableau .IV.5 : Les paramètres L, M et N en fonction de la rugosité (K)	49
Tableau .IV.6. État des Arcs du Réseau	50
Tableau. IV.7. État des Arcs du Réseau	51
Tableau. V.1.dose d'irrigation	62
Tableau. V.2. perte de charge dans les rampes en pour déférente dispositif	65
Tableau. V.3. Nombre maximal d'asperseur et la longueur maximale	65
Tableau. V.4.CALCULE PERTE DE CHARGE DANS LES RAMPES	69
Tableau.VI.1 : Nombre de groupes de réserve et catégorie de sécurité	73
Tableau.VI.2 : caractéristique de groupe électropompes	74
Tableau.VI.3. Fraction de débit K en fonction du diamètre	75
Tableau.VI.4. Diamètre de soupape en fonction du diamètre de conduite	76
Tableau.VI.5 : Capacité de rétention des réservoirs	77
Tableau.VI.6 : caractéristique du réservoir	78

Figure. I.1 : périmètre du moyen et haut Isser	6
Figure. I.2 : Carte des sous bassins versants de l'Oued Isser	8
Figure. I.3 : climogramme du Gaussen	16
Figure. I.4 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER	18
Figure. II.1: Etats de l'eau dans le sol	23
Figure. II.2: classification des eaux d'irrigation	27
Figure. III.1: ajustement à la loi normal	28
Figure. III.2: ajustement à la loi log normal	29
Figure. III.3 : Evapotranspiration Penman&Monteith	35
Figure. III.4: pluie efficace	46
Figure. IV.1. loi du débit	49
Figure. V.1 : l'aspersion classique	61
Figure. V.2 : l'irrigation localisée	65
Figure. V.3 : unités foncier et le diapositif des asperseur	68
Figure. V.4 : unités foncier et le diapositif des system goutte à goutte	68
Figure. V.5 : schéma et le calcule hydraulique pour pour le borne N°3	73

Introduction générale

L'Algérie se situe parmi les pays les plus pauvres en matière de potentialités hydriques, soit en dessous du seuil théorique de rareté fixé par la Banque Mondiale à 1000 m³/an/habitant.

Le contexte national présente des contraintes physiques et démographiques très forte. Mais, la superficie irriguée actuellement dans notre pays est de l'ordre de 420.000ha dont 100.000 ha dans les régions sahariennes et ce, sur une superficie agricole utile de 8.666.715ha soit près de 5% de la surface agricole utile (SAU). Les 320.000 ha irrigués dans le Nord du pays (soit 4,6% de la SAU).

Une grande partie, sinon la totalité des surfaces se situent en régions chaudes et nombreux sont ceux dont l'agriculture est handicapée par une pluviométrie insuffisante ou mal répartie provoquant des déficits hydriques très préjudiciables à la productivité des cultures, à la régularité des récoltes et à l'alimentation des troupeaux.

Face à ces potentialités agricoles naturelles limitées mais aussi face à une croissance très, rapide des besoins en produits alimentaires du fait de la démographie et de l'élévation du niveau de la vie; l'agriculture en Algérie reste un secteur clé de développement économique et social et qui s'explique par l'importance des aménagements hydro-agricoles et de leurs exploitations et gestions puisque l'agriculture en sec n'offre que des rendements aléatoires et des productions incertaines.

De ce fait l'irrigation pour être efficace, doit être opportune et économe grâce à une détermination aussi précise que possible des périodes et des volumes d'arrosage et à l'amélioration des pratiques et méthodes d'irrigation

Au niveau de la conception de l'aménagement ces relations se concrétisent notamment par l'élaboration du plan de culture ou d'assolement qui fixe la nature et l'importance des spéculations ainsi que leur répartition dans l'espace et dans le temps. C'est dans ce contexte qu'on va entrepris une étude d'aménagement hydro-agricole du périmètre du Haut Isser.

Seulement, avant d'atteindre cet objectif, il s'est avéré nécessaire de procéder aux études suivantes:

- Etude des potentialités en eau et en sol de la région.
- Etude agro-socio-économique de la zone.
- Choix des techniques et modes d'irrigation
- Régime d'irrigation.
- Projection d'équipement d'un réseau de distribution d'eau.

I - 1- Situation géographique du périmètre du haut Isser

Les plaines alluviales du Bas, haut et Moyen Isser se situent à environ 60 km à l'Est d'Alger, dans les Wilaya de Boumerdes et Bouira. La vallée de l'Isser est subdivisée en deux secteurs d'irrigation, créés par une division naturelle (gorges de Lakhdaria).

Notre région d'étude appartient à la région haut et moyen Isser, d'une superficie d'environ 1.000 ha, divisée en deux grands périmètres haut et moyen, prend son origine à la confluence des Oueds Djemaa et Isser au Sud Est de Kadiria et se prolonge jusqu'à la confluence des Oueds Bouhamoud et Isser au Nord-Ouest de Lakhdaria. Il est constitué, par les plaines alluviales situées à l'intérieur des méandres sur les rives droite et gauche de l'Oued Isser, touchant 1 communes (kadiria).

I-2-Géomorphologie

Le système de l'Oued Isser draine les eaux d'un bassin versant important occupant une superficie de 4.145 km².

Le Bas, haut et Moyen Isser, bien qu'ils soient proches l'un de l'autre, se différencient de beaucoup dans les aspects orogéographiques et climatiques. L'Isser, dans sa partie basse, coule le long des pieds monts formant la limite du bassin.

Sur la rive droite, on peut voir le développement de cet Oued par le nombre de terrasses qu'il a formé, et qui sont récentes; en effet, elles sont recouvertes de sols jeunes soumis à un processus d'érosion intense et de nouveaux apports des crues fréquentes.

Sur la partie moyenne, l'Oued Isser s'élargit d'un seul coup, et plus nous allons vers le Sud, plus son réseau ne se développe par de nombreux affluents et confluents.

I-3-Hydrographie

Le réseau hydrographique de la zone d'étude comprend un axe principal: l'Oued ISSER dans lequel tous les Oueds se déversent soit directement ou indirectement par intermédiaire de L'un de ses affluents. Les affluents les plus importants dans la zone d'étude sont: Oued Djemaa; Menait; Mouafen et Chender. Des retenues ont été repérées, des volumes variables sont utilisées pour l'irrigation de petites superficies.

L'Oued ISSER coule dans la direction S-N dans les gorges de Lakhdaria. Cette direction lui permet, venant de Djebel Lakhdar, où il prend sa source de traverser la chaîne des Beni-Khalfoun; entre Kadiria et Lakhdaria sur de 81 km de longueur

Leur lit est naturel. Le régime de l'Oued est de type torrentiel. Les crues boueuses peuvent déferler dans les plaines de l'ISSER en s'étalant jusqu'à 100m en dehors du lit ordinaire.

Ces eaux torrentueuses débordent parfois du lit de l'Oued sur les berges qui les dominent de 6 à 7 mètres. En période sèche, un mince filet d'eau décrit dans la plaine de nombreux méandres avant de rejoindre la mer.

Les valeurs de débits enregistrées sont :

Tableau.I.1. valeurs du débit de l'oued Isser

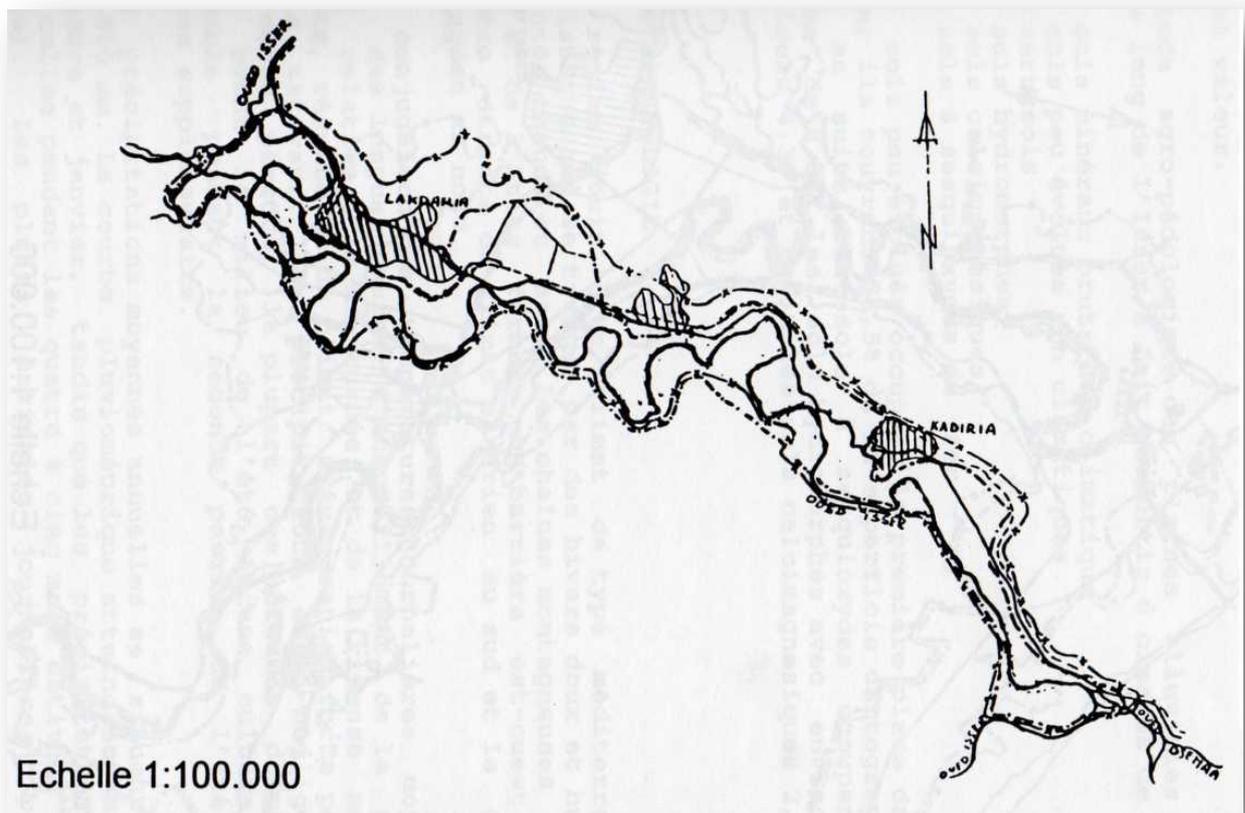
Débit	MIN.	MOY.	MAX.
Valeurs (m ³ /s)	0.05	13.66	2620

I-4- Hydrologie de surface et retenue existantes

Le bassin de l'Isser couvre 4149 km² (ANRH). Son écoulement moyen se chiffre à 527 hm³/an, quand la précipitation moyenne (période 1910/11 à 1979/80) est de 580 mm, dont seulement 127 mm contribuent aux écoulements, Nombreux affluents, à l'amont et à l'aval des gorges de Lakhdaria, concourent à l'alimentation de l'oued Isser.

La réalisation de quelques retenues collinaires peut avoir une influence négligeable sur les écoulements annuels de l'Isser (Naciria 1,78 hm³, Larba 3,7 hm³, et autres plus petites).

En outre un barrage a été réalisé en 1987 à Beni Amrane sur l'Isser, à quelques kilomètres à l'aval des gorges de Lakhdaria. Il s'agit d'un barrage de prise conçu dans le cadre du schéma d'aménagement de la région en vue du transfert des eaux de l'Isser à la retenue de Keddarah. Et aussi le barrage de Koudiat Acerdoune qui est réalisé sur l'oued Isser. Ce barrage est le 2^e grand barrage en Algérie, avec une capacité de stockage de 650million m³.



- x - x - Limite photo restitution
- Limite provisoire de la zone d'étude

Fig.I.1 : périmètre du moyen et haut Isser

I-5-Géologie

Au Nord de l'Algérie, on distingue deux grands domaines géologiques :

- Le domaine septentrional ou zones internes des Maghrébines, représenté par le socle kabyle, la dorsale kabyle, les flysch Nord kabyle (Mauritanien) et sud kabyle.
- Le domaine méridional ou zones externes des Maghrébines, formé de zones autochtones ou parautochtones d'extension réduite (Bibans, Bâbords), et d'une masse allochtone répartie en nappes.

Ces deux domaines présentent un contenu stratigraphique fortement différencié au cours des phases tectoniques mésozoïques et cénozoïques. Cette différenciation se retrouve tout au long de leur évolution paléogéographique alpine, qui montre en fait qu'il s'agit de deux marges.

- Une au Nord, Européenne, représentée actuellement par les dorsales kabyles.
- Une au Sud, Africaine, qui correspondrait aux affleurements des Bâbord.

Ces deux marges étaient séparées par un bassin profond, où se déposeraient les sédiments de type flysch, principalement durant les temps crétacés.

La chaîne des Maghrébines, serait donc le résultat de la fermeture d'un ancien bassin sédimentaire, appelé : Mésorée qui aurait existé du Jurassique à l'Oligocène ; dès lors se dépose en position Nord une série Oglio-miocène dite Kabyle (O.M.K), discordante sur le socle au Nord et un flysch numidien plus au Sud, discordant quant à lui sur les flyschs massyliens, maurétaniens, ainsi que sur certaines unités telliennes.

Peu après, le Miocène inférieur, on assiste à un déplacement des nappes du Nord vers le Sud, qui seront ensuite scellées par le dépôt d'un Miocène "post-nappes".

I-5-1- Contexte géologique régional

La région d'étude se situe dans la zone de jonction du domaine tellien méridional et du domaine tellien septentrional, ce dernier étant représenté par le massif métamorphique de la grande Kabylie et la chaîne calcaire du Djurdjura, de structure complexe.

a) Le Tell septentrional

De structure complexe et limité par la chaîne calcaire, il regroupe les éléments suivants :

*Les massifs anciens littoraux : Ils sont caractérisés par des terrains cristallophylliens métamorphiques, sédimentaires et volcaniques d'âge Paléozoïque. Ces formations sont surtout répandues au Nord de la chaîne.

*La chaîne calcaire ou dorsale Kabyle : Elle est formée de terrains essentiellement calcaires d'âge Secondaire et Tertiaire qui constituent la couverture sédimentaire des massifs anciens. Ces formations très plissées et fracturées sont constituées de calcaires, de dolomies pulvérulents et de dolomies lités du Trias inférieur.

*L'Oligocène Kabyle : Il comprend les conglomérats de galets du socle Kabyle de la dorsale et se poursuit par des grés arkosiques. Ce sont des sédiments de dégradations mis en place après l'orogénèse de l'Eocène moyen.

*Les flyschs crétaqués : Ils occupent des positions différentes par rapport à la chaîne et prennent respectivement les noms de flyschs Nord Kabyle pour ceux du Nord de la chaîne, et flyschs sud Kabyle pour ceux situés au Sud de la chaîne calcaire. Ils se situent en contact anormal, soit sur l'Oligocène Kabyle, pour les uns ou sur la dorsale Kabyle pour les autres.

b) Le Tell méridional

Le tell méridional, de par sa structure et sa composition est divisé en deux unités :

*Unités autochtones ou parautochtones :

Elles apparaissent au Sud, dans les Bibans et sont constituées de terrains mésozoïques qui comprennent des quartzites, des schistes gris, des argiles ocre de l'Albien et des marnes avec intercalations de calcaires d'âge Cénomaniens.

*Masses allochtones ou nappes telliennes :

Elles sont formées par un empilement de nappes à différentes unités tectoniques, les unes constituent les nappes telliennes proprement dites, formées de dépôts marno-calcaires d'âge Crétacé supérieur, les autres d'unités à faciès flyschs d'âge Crétacé-Miocène, placées généralement au dessus des précédentes.

Dans cette région, les terrains qui affleurent sont caractérisés par des dépôts allant du Précambrien au Quaternaire.

I-5-2- Stratigraphie

La série stratigraphique de Bouira est extrêmement variée : elle englobe des terrains appartenant au Précambrien, au Primaire, au Secondaire, au Tertiaire et au Quaternaire.

I-5-3- Le Précambrien

Dans la région de Bouira, les dépôts du Précambrien sont d'une extension restreinte dans la partie extrême Nord-Ouest du territoire. Ils sont représentés par des phyllades, parfois par des schistes cristallins.

I-5-4- Le Carbonifère

Les dépôts carbonifères développés dans la chaîne du Djurdjura sont d'extension locale. Ils sont représentés par des argilites, des aérolites et des calcaires.

I-5-6- Le Permo-Trias

Les formations permo-triasiques se développent dans la zone d'extension des roches carbonifères. Elles sont représentées par des grès de couleur rouge et par des conglomérats.

I-5-7- Le Trias

Les dépôts du Trias se rencontrent dans toute la région. Ils forment des structures diapiriques qui sont liés aux zones de charriage. Ils sont représentés par des roches argilo-gypseuses bariolées, renfermant des débris dolomitiques et des calcaires jurassiques.

I-5-8- Le Jurassique

Les formations jurassiques se développent dans la partie Nord de la région de Bouira. Elles font partie de la chaîne calcaire Kabyle. Elles sont représentées par des calcaires à grains fins.

I-5-9- Le Crétacé

Les dépôts du Crétacé sont largement développés sur toute la zone d'étude et s'étendent du Crétacé inférieur au Crétacé supérieur :

*Le Crétacé inférieur est composé par des argilites, des aleurolites, des schistes argilo-siliceux et des marnes argileuses avec des passées de grès silteux.

*Le Cénomano-Turonien est représenté par des calcaires gris massifs ou lamellaires et des marnes aux passées calcaires.

*Le crétacé supérieur est formé par des argiles schisteuses, des marnes et des grès.

II-5-10- Le Paléogène

Il se développe assez largement dans la région. Il est représenté par de l'Eocène et de l'Oligocène. Ce sont des marnes, des argiles marneuses, des calcaires, des grès et des conglomérats.

II-5-11- Le Néogène

Les dépôts du Néogène sont représentés par du Miocène inférieur. Ils sont peu développés. Ce sont des marnes grises argileuses aux passées de grès quartzeux de conglomérats

I-5-12- Le Quaternaire

Il est représenté par des formations alluviales-déluviales : limons, argiles, matériel à gros blocs et galets.

I-6- Lithologie

Les formations géologiques marneuses, gréseuses et calcaires à nummulites occupent une partie notable dans cette région, viennent par la suite celles du Sénonien et enfin les grès, argiles, grès et poudingues de l'Helvétien.

I-6-1 - Crétacé

a) Maëstrichtien :

Ces formations sont caractérisées par de grands affleurements d'argiles et de quartzites, surtout dans la partie Est du terrain d'étude. Ils se continuent jusqu'au Sud du Djurdjura. Ces formations existent aussi au Nord-Ouest de kadiria, mais de façon plus restreinte.

b) Sénonien :

Ce sont des marnes noires et des calcaires marneux. Les marnes sont parfois schistoïdes et fournissent des terres de cultures. Ces formations affleurent au Sud et au Sud-ouest de la zone d'étude. Il s'agit d'affleurements notables.

c) Cénomaniien :

Il comprend des assises de calcaires, de marno-calcaires et de marnes. Nous avons repéré trois petits affleurements à l'extrême Sud de la zone d'étude sur la carte géologique de Bouira au 1/50.000.

I-6-2 - Paléocène- Eocène

Ces formations affleurent sur de grandes surfaces, dans la partie Nord et Nord-Est de la zone d'étude, il s'agit :

des grès à nummulites de Draa El Mizan, qui occupent la partie Nord de Kadiria et se prolongent à l'Est vers la dorsale kabyle du Djurdjura.

- Des grès de Béni Khalfoun, qui affleurent au sein des grès de Drâa El Mizane de la même étendue, mais de façon plus étroite, parfois interrompus.

- des marnes, grès et calcaires à Nummulites, qui occupent un territoire appréciable au Nord immédiat et à l'Est de Kadiria, sur une largeur de 1500 m, au moins.

I-6-3- Miocène

a) Grès supérieur (Helvétien) :

Ces formations gréseuses affleurent sous forme de deux lambeaux au milieu des argiles

b) Argiles Helvétiennes :

En fait, il s'agit de marnes argileuses, de couleur grise à gris bleuté. Elles sont caractérisées par la présence quasi-constante de passées gréseuses ou carbonatées. Elles sont largement développées dans la région et couvrent le quasi totalité de Kadiria sur les deux rives d'oued Djemaa.

c) Grès et poudingues inférieurs (Helvétien) :

Ils forment une bande d'au moins trois cent mètres de largeur (300 m), le long de l'oued Djelada au Sud d'Aomar et passent à des argiles helvétiennes, sur la rive gauche de l'oued Djemaa.

d) L'Aquitaniens :

Il s'agit de conglomérats de couleur rouge et d'argiles, affleurant au Sud-Est de la gare Kadiria sous forme de falaise surplombant la rive gauche du lit de l'oued Djemaa, au cœur et au Nord Kadiria. Ces derniers sont constitués d'éléments polygéniques, à matrice argilo-sableuse.

I-6-4- Quaternaire

Ces formations sont partagées en deux étages :

a) Alluvions anciennes (terrasses alluvionnaires) :

Leurs affleurements sont restreints sur la rive droite d'oued Djemaa, alors qu'elles recouvrent une grande partie de la rive gauche. Elles se composent de limons sableux, argileux et d'argiles silteuses contenant des graviers, galets, cailloux et quelques blocs arrondis de nature très variées.

b) Alluvions actuelles (lit de l'oued) :

Les dépôts alluviaux actuels se localisent essentiellement sur le lit de l'oued. Ils sont constitués principalement de sable, de graviers, de galets et de cailloux. Ces dépôts sont polygéniques, de nature diverses. Helvétiennes au Sud de la gare Aomar, sur la rive gauche d'oued Djemaa.

I-7-Hydrogéologie :

A la lumière du développement paléogéographique reporté ci-dessus, on définira le modèle du système aquifère tel qu'il se dégage de l'ensemble des lithostructures, des mouvements tectoniques et de la paléogéographie, qui caractérisent les formations géologiques du bassin versant de l'oued Isser.

I.7-1. Les différentes formations hydrogéologiques existantes:

Dans l'aire d'étude, les formations susceptibles d'être aquifères sont représentées par des sols relativement perméables. Elles sont définies comme suit :

- a) Les roches carbonatées massives de la dorsale kabyle sont réputées être très aquifères par l'existence d'un réseau dense de fissures, associé à une karstification très développée, ce qui confère à ces formations des potentialités en eaux souterraines remarquables.
- b) Les roches plutoniques et cristallophylliennes, quand elles présentent une altération associée à des réseaux de diaclases et fissures, peuvent avoir une certaine perméabilité, qui assurerait la circulation de l'eau
- c) Les calcaires et les grès friables du Burdigalin et de l'Helvétien peuvent aussi présenter des niveaux perméables, qui permettent un certain mouvement des eaux souterraines.
- d) Les formations quaternaires, représentées par les terrasses marines et alluviales, constituent de bons réservoirs d'importance variable. Les ressources en eau souterraine de ces aquifères ont fait l'objet de nombreux et importants travaux antérieurs.

Nappe aquifère des formations quaternaires :

Les études réalisées dans la zone d'étude ont mis en évidence 02 formations aquifères, les plus sollicitées, contenues dans le Quaternaire :

- a) La nappe des alluvions du Quaternaire moyen.
- b) Les nappes des alluvions du Quaternaire récent et actuel des formations alluviales et du Quaternaire inférieur.

On donnera ci-après les principales caractéristiques structurales de chacun des nappes citées.

A) La nappe des formations alluviales du Quaternaire moyen :

Elle se développe dans le 2^{ème} et la 3^{ème} terrasse au-dessus du lit majeur de l'Isser, dans les galets à remplissage sableux et graveleux, avec alternance, par endroits, de passages argileux.

La nappe reste libre sur toute son extension, son épaisseur varie de quelques mètres à 15 mètres. Le niveau statique se trouve, en moyenne, entre 6 et 8 mètres de profondeur.

Dans notre région d'étude, les fluctuations du niveau de la nappe sont tributaires du régime pluviométrique. Les variations piézométriques annuelles dépendent aussi des zones. Dans les secteurs plus élevés, elles atteignent 10 mètres, tandis qu'en zone basses les variations varient de 0,5 à 1,5 mètre.

L'alimentation de la nappe est totalement dépendante des pluies efficaces, son niveau est à son maximum dans la période des hautes eaux et diminue à partir du mois de juin, pour atteindre son minimum au mois de novembre.

Les transmissivités varient entre $0,9 \cdot 10^{-3}$ et $3,4 \cdot 10^{-3}$ m²/s. Les débits d'exploitation des puits d'eau sont faibles, avec des rabattements généralement plus élevés.

La qualité hydrochimique de cette nappe est acceptable, les eaux sont douces avec un résidu sec généralement inférieur à 1,5 g/l.

Dans notre région d'étude, l'exploitation des eaux de cette nappe, bien qu'importante, resta circonscrite à des usages domestique et agricoles.

B) Les nappes aquifères du Quaternaire récent et actuel et des alluvions du Quaternaire inférieur :

Elles constituent les réservoirs les plus importants du système aquifère du moyen Isser. Elles sont formées d'alluvions du Quaternaire récent et actuel, qui s'est développé différemment dans notre zone. L'épaisseur varie de 8 à 15 mètres.

Généralement, cet aquifère demeure libre sur toute son extension

I-8-Agro-climatologie

Une définition de l'agro-climatologie est l'étude des réactions des cultures aux conditions du milieu climatique, en vue notamment de délimiter leurs aires d'adaptation, cette adaptation étant évaluée, si possible, en termes de productivité relative (toutes autres conditions supposées identiques).

Le milieu climatique a deux composantes :

- Le climat atmosphérique ou climat proprement dit ;
- Le climat édaphique ou climat du sol.

Le climat édaphique dépend lui-même :

- Du climat atmosphérique ;
- Des caractéristiques physiques du sol, relief et profondeur y compris, dont le rôle est déterminé dans la réalisation du bilan hydrique réel.

On éprouve encore aujourd'hui, cependant, de telles difficultés pour l'évaluation de ce bilan hydrique réel, si on ne procède pas à des mesures directes de l'humidité et de la densité du sol en place, qu'on se fixera de définition de climat de la région agro climatique en général.

On pourra donc définir la région agro climatique comme celle qui correspond à une certaine unité de climat, caractérisée par un bilan hydrique potentiel, recouvrant une possible diversité de sols physiques distincts. Chacun de ces sols délimite alors ce qu'on pourra dénommer un secteur agro climatique, caractérise en place par un bilan hydrique réel.

I.8-1.superficie et subdivision du bassin versant de l'oued Isser

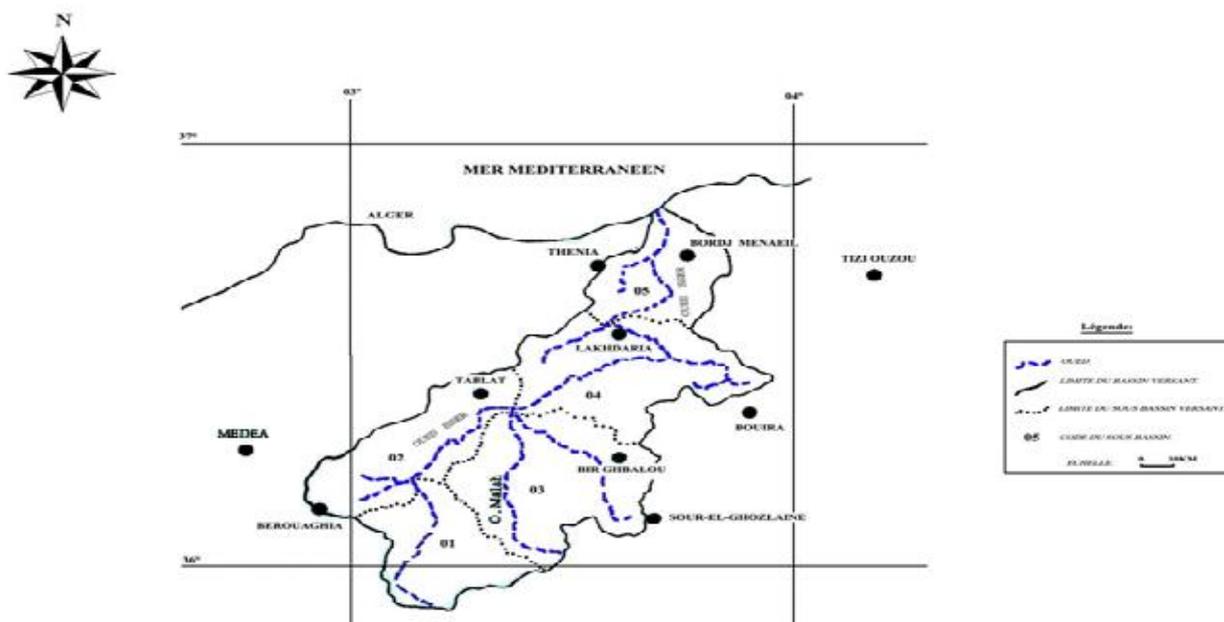
Le bassin de l'Oued Isser se localise au centre-nord de l'Algérie, avec une superficie de 4147Km² et une altitude moyenne de 700m, le versant en amont du site du barrage de koudiat Acerdoune est de 2791km² ; son altitude moyenne est de 805m. L'altitude de la ligne de partage des eaux, varie entre 1200 et 1700m

L'exutoire du bassin versant du haut Isser qui est celui du bassin versant de l'Oued Isser, est l'embouchure de l'oued Isser.

Les caractéristiques du bassin versant de l'oued Isser sont indiquées dans le tableau ci-après.

Tableau.II.1. caractéristiques du bassin versant

Paramètres	B.V. ISSER	Paramètres	B.V. ISSER
Superficie (km ³)	1140	Indice de pente global	0.0125
Périmètre (km)	197.30	Cultures extensives (% de la superficie)	37.19
Altitude maximale (m)	1625	Couvert forestier dégradé (%)	13.43
Altitude minimale (m)	275	Arboriculture (%)	09.19
Altitude moyenne (m)	880	Couvert mort (%)	05.22
Surface érodée (%)	39.31	Prairies et terrains de parcours (%)	0.89
Indice de pente	0.123	Couvert forestier dégradé ou mort (%)	39.34

**Fig.II. 1 :** Carte des sous bassins versants de l'Oued Isser

I-9 -Climatologie

En Algérie, les données Hydro climatologiques sont en général fournies par des organismes publics tels que ; l'Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H) et l'Office National de la Météorologie (O.N.M).

Pour les besoins du projet, nous avons pris les données disponibles de la station climatologique de l'Office National de la Météorologie (O.N.M), de Dar El Beida, située sur une altitude de 24 m et qui est la plus représentative du périmètre du haut Isser Algérois.

I-9-1-La précipitation moyenne

Le tableau suivant, nous montre la répartition mensuelle des précipitations enregistrées à la station pluviométrique de Djebahia .la precipitation n'est uniforme est varie d une mois a l'autre.

Tableau I. 1 : precipitations moyens à la station de Djebahia (période 1990/2010)

mois	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout
Pmoy. (mm)	26,75	43,01	65,78	93,94	74,50	68,42	61,28	49,55	44,09	7,84	6,01	7,43

Source :Office National de la Météorologie

I-9-2 -Températures de l'air

Les données de températures mensuelles et annuelles sont issues de la station de Dar El Beida et sont reportées dans le Tableau I. 2. La température moyenne annuelle, est de l'ordre de 17.3 °C.

Tableau I. 2 : Températures mensuelles et annuelles de l'air à la station de Dar El Beida (période 1990/2010)

Mois		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moy annul
Dar al Beida	Max	28,8	24,8	20,3	17,6	16,5	17,1	18,6	20	22,4	26,9	30,6	30,7	24,7
	Moy	22,5	19,7	14,3	12,1	9,9	11,4	11,9	14,4	16,6	21,	24,8	25,5	17,3
	Min	16,8	13,1	9,2	7,3	5,4	6,4	6,7	8,7	11,4	15,4	18,7	18,7	5,4

Source :Office National de la Météorologie

Le régime des températures varie en fonction de l'éloignement par rapport à la mer. Sur le littoral les températures tombent rarement en dessous de -1 ou -2 °C et le gel en décaillant, ne cause pas de dommages sérieux aux cultures. Les températures maximales de l'air, dépassent rarement 44 °C sur la côte, tandis qu'à l'intérieur, les températures extrêmes sont prononcées et les risques de gèle sont plus grands.

Les mois les plus froids sont : Janvier et Février, où la température moyenne minimale varie entre 5 °C et 6 °C ; les mois les plus chauds sont : Juin, Juillet, et Août, où la température moyenne maximale varie entre 27 °C et 31 °C.

I-9-3-L'humidité relative

L'humidité relative, ou état hygrométrique, est le rapport en % de la tension moyenne de vapeur sur la tension maximum de celle-ci, correspondant à la température mesurée au thermomètre sec.

L'humidité de l'air est moyenne pendant toute l'année, avec des valeurs d'environ 80% en hiver et 70% en été (le matin et le soir). Les valeurs à midi sont d'environ : 57% en : Avril et Octobre, dont : 60% en été et 64% en hiver.

La répartition moyenne de l'humidité relative à Dar El Beida pour la période période 1990/2010 est donnée par le tableau n°3 :

Tableau I.3 : Humidité relative mensuelle à Dar El Beida
période 1990/2010.

MOIS		S	O	N	D	J	V	M	A	M	J	J	A	Moy annuelle
Humidité relative%	Max	91,8	92,3	93,7	92,8	93,5	94	94	94	93,9	93	91,2	91,7	93,6
	Moy	70,5	73,4	76,2	77,9	78,1	77,3	77,2	76	74,6	71,6	69,7	70,1	73,5
	Min	44,6	46,4	49,8	52,7	51,2	52,3	48,7	50,6	49,7	45,7	40,8	44,1	39,6

Source : Office National de la Météorologie

Le maximum d'humidité relative moyenne est observé en décembre et janvier ; le minimum aux mois de juillet et août.

I-9-4-Le vent

Les vents constituent un facteur exerçant une grande influence sur les cultures et les systèmes d'irrigations, malgré que ces derniers transportent des masses d'air humide qui protègent les cultures des fortes évapotranspirations, sont généralement de directions : Nord-sud à Nord-ouest.

Quant aux vents secs, qui jouent le rôle inverse, ils sont de direction : Sud-nord pendant l'été et leur vitesse varie de 2,9 à 3,4m/s. tableau I. 4 regroupe les vitesses mensuelles des vents, enregistrées à la station de Dar El Beida.

Tableau I. 4 : Vitesses du vent moyennes mensuelles à Dar El Beida.
période 1990/2010.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moy. annuelle
Vitesses de vent(m/s) à 2m	2.8	3.1	2.9	3,2	3,4	3,5	3,3	3,5	3,2	3,1	3,4	3,3	3.15

∴

I.9-5. Le sirocco

C'est le vent chaud du Sud, qui dessèche le sol et augmente l'évapotranspiration, souffle en moyenne durant dix huit 18 jours par an, pendant les mois d'été, dont 70% sont enregistrés durant les mois de : Juin, Juillet, Août et Septembre.

I.9-6-La tension de vapeur

La tension de vapeur réelle mensuelle exprimée en millibars est un facteur très important dans l'évaluation de l'évapotranspiration. Le moment où s'effectue la mesure étant important, n'ayant pas été mentionné dans notre cas. tableau I. 5 donne la tension de vapeur réelle qui est peu variable, au cours de la journée.

Tableau I. 5 : Tension de vapeur réelle mensuelle à Dar El Beida.
période 1990/2010.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total anl
Tension de vapeur(mmbar)	19,2	15,4	12,3	10,7	9,7	10,4	10,9	12,	14,3	17,5	20,1	21,3	14,1

Office National de la Météorologie

I.9-7.L'insolation

Le nombre d'heures d'ensoleillement dans la région est élevé; les chiffres correspondant à Alger montrent un ensoleillement annuel moyen de 2.800 heures, soit 65% de l'ensoleillement maximal possible. Ce paramètre climatique est observé à la station de Dar El Beida et illustré par le tableau I. 6. Ce phénomène est très important notamment de Juin à Août, il dépasse 9heures/jours.

Tableau I. 6 : moyenne mensuelle à Dar El Beida.
(période 1990/2010).

Mois	S	O	N	D	J	V	M	A	M	J	J	A	Total anul
Insolation en heure	8.7	6.9	5.7	4.7	5.3	5.5	6.9	7.2	8.3	9.7	10.8	9.9	89.5

Office National de la Météorologie

I.9-8-La nébulosité

C'est la moyenne de plusieurs observations journalières de la couverture nuageuse sur certaines portions du ciel, couvertes par des nuages, mesuré en Oktas ou en deuxième.

D'après la classification de Mr Blaney Criddle, nous avons :

Nébulosité :	En deuxième :	En Oktas :
Elevée	<2	<1,5
Moyenne	2-5	1,5-4
Faible	>5	>4

Avec :

*4 Oktas : Ciel nuageux à 50% pendant la totalité des heures diurnes, ou ciel complètement nuageux pendant la moitié des heures diurnes.

*1,5 Oktas : Moins de 20% couvert de nuages pendant la totalité des heures diurnes, ou nébulosité totale pendant environs 2 heures de la journée.

D'après la répartition de nébulosité moyenne mensuelle, présentée dans le:1.6, tableau I. 7 on constate que la nébulosité annuelle est moyenne, elle atteint ses minimums aux mois de : Juillet et Août, quant aux maximums, ils sont atteints pendant les mois allant de : Novembre à Mai. Elle est faible aux mois d'Octobre et Septembre.

Tableau I. 7 : Nébulosité moyenne à Dar El Beida.
période 1990/2010.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moy anuel
Nébulosité en Oktas.	3.1	3.8	4.3	4.5	4.3	4.9	4.3	4.6	4.2	3.1	2.0	2.7	3.8

Office National de la Météorologie

I.9-9.L'évaporation

La station de Dar El Beida dispose d'un évaporateur Piche. Suite au manque de données réelles d'évaporation en Bac, on utilise dans notre projet, la valeur de l'évaporation moyenne, calculée à partir des observations effectuées au niveau de quelques retenues de la région, par l'A.N.R.H (Mr Taibi, 1986).

La valeur moyenne annuelle de l'évaporation en bac est estimée à 1580 mm/an dans la région. Au niveau de la retenue de Hamiz, estimée à 1.263 mm/an, dont la répartition mensuelle a été considérée comme représentative pour la retenue de Koudiat Acerdoune.

D'après le tableau I. 8, on note que l'évaporation est importante aux mois allant de : Mai à Septembre, correspondant à une valeur évaporée de 48,6% et faible du mois d'Octobre à Février où le volume évaporé s'élève à 27,5%.

Tableau I. 8 : Evaporation moyenne mensuelle de la retenue de Koudiat Acerdoune

Mois		S	O	N	D	J	V	M	A	M	J	J	A	Total annuel
Evaporation	mm	126	96	69	54	61	68	83	92	122	149	168	176	1.264
	%	10,0	7,6	5,4	4,3	4,8	5,4	6,5	7,3	9,7	11,8	13,3	13,9	100

A.N.R.H (Mr Taibi, 1986)

Les valeurs mensuelles enregistrées à l'évaporomètre Piche de Dar El Beida pendant la période allant de 1975/1994 sont données par le tableau I. 9

Tableau I. 9: Evaporation moyenne mensuelle à l'évaporomètre Piche.
à Dar El Beida (période 1990/2010).

Mois	S	C	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total annuel
Evaporation (mm)	79,5	85,6	59,9	56,2	53,8	50,8	58,3	66,3	74,7	101,8	120,8	116,9	942

(Office National de la Météorologie)

En faisant la régression linéaire entre l'évaporation mensuelle enregistrée à l'évaporomètre Piche de Dar El Beida et l'évaporation mensuelle au niveau de la retenue de Hamiz, on trouve un bon coefficient de corrélation d'environ 0,96, signifiant, que la répartition mensuelle adoptée, représente bien l'évaporation de la zone du projet.

I.9-10. Indices climatiques

I.9-10-1.Indice d'aridité de Martonne

C'est le degré de sécheresse du climat de la région. Il est calculé par la formule suivante :

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

Avec :

IA : Indice climatique de Martonne.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

T : Température moyenne annuelle (°C).

Donc :

$$IA = \frac{545}{18,65 + 10} = 19,02 \quad IA = 19,02.$$

Tableau I-10 : Les limites de climat d'après l'indice de Martonne

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

IA = 19,2 mm donc $10 < IA \leq 20$ ce qui correspond d'après les valeurs du tableau au climat « Sec » d'où l'irrigation est parfois utile.

I.9-10-2. Quotient pluviométrique d'Emberger

Il permet de déterminer l'étage bioclimatique et la valeur du coefficient pluviométrique en utilisant la formule et le diagramme bioclimatique d'Emberger.

$$Q = \frac{1000}{\frac{(M + m)(M - m)}{2}} = \frac{2000 \cdot P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

Q : coefficient pluviométrique d'Emberger.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

M : Température moyenne maximale du mois le plus chaud en Kelvin.

m : Température moyenne minimale du mois le plus froid en Kelvin.

$$M = 273 + 33,6 = 306,6 \text{ K}$$

$$m = 273 + 7,5 = 280,5 \text{ K}$$

$$\text{D'où : } Q = 2000 \frac{545}{(306,6)^2 - (280,5)^2} \approx 71,13 = 71,13$$

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger (annexe 1), les valeurs obtenues de Q correspondent à un climat sub-humide.

I.9-10-3. Climogramme de Gaussen

Le climogramme de Gaussen est une représentation graphique de variations des précipitations et de températures en fonction du temps (mois) qui nous permet de déterminer la période où l'irrigation est indispensable (période sèche).

Dans notre cas, la période sèche commence du mois d'Avril jusqu'au mois d'Octobre.

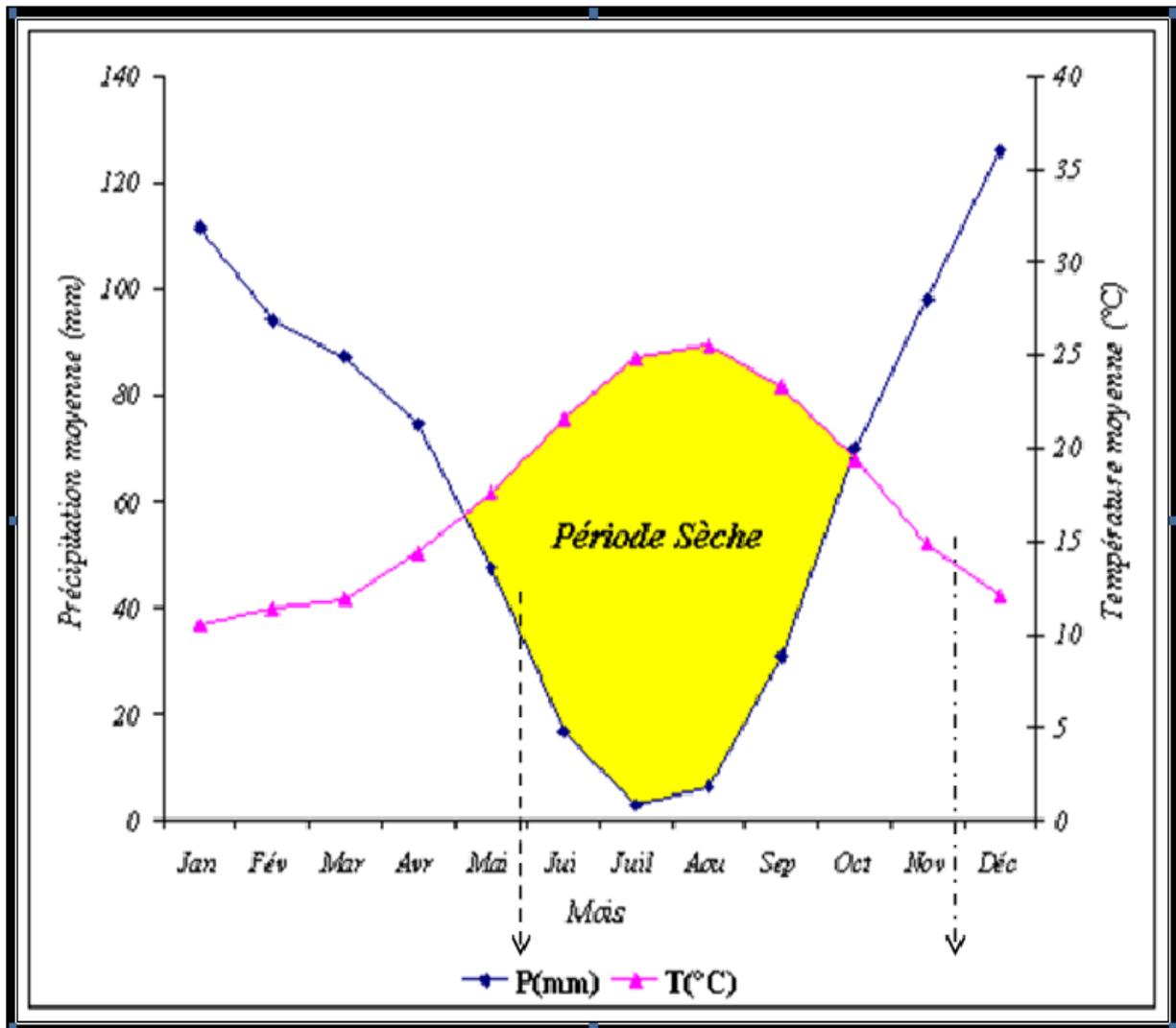


Fig.II.2. climogramme du Gausse

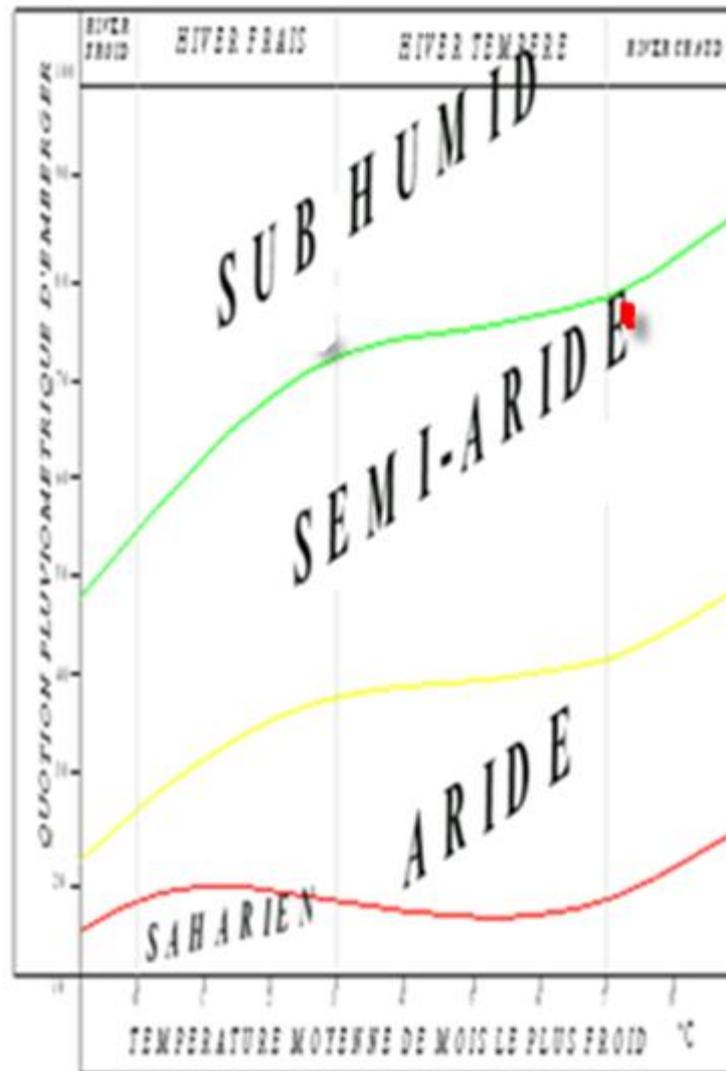


Fig.II.3. Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

I.10.Conclusion

Le périmètre du Haut Isser jouit d'un climat de type méditerranéen; caractéristique qui se traduit par des hivers doux et humides et des étés chauds et secs. Le régime pluviométrique se caractérise par des pluies abondantes, ayant souvent des averses en hiver qui diminuent presque régulièrement au printemps et atteignent finalement en été quelques millimètres par mois. La répartition saisonnière des précipitations favorise le développement des plantes hivernales. Les cultures printanières dépendent dans une large mesure de l'irrigation.

Le régime des températures varie en fonction de l'éloignement par rapport à l'influence de la mer sur le littoral. Les températures tombent rarement au dessous de -2°C et le gel ne cause donc pas de dommage sérieux aux cultures.

Le vent constitue un facteur exerçant une grande influence sur les cultures, mais les vents transportant des masses d'air humide qui protège les cultures des fortes évapotranspirations, sont de direction Sud-Nord à Nord-Ouest, alors que les vents secs jouent le rôle inverse et sont de direction Sud-nord pendant l'été.

Le Sirocco, vent chaud du Sud, qui dessèche le sol et augmente l'évapotranspiration des cultures, souffle en moyenne pendant 25 jours par an.

La quantité d'heures ensoleillement dans la région est élevée avec une moyenne annuelle de 2800 heures par an.

L'humidité moyenne de l'air est modérée pendant toute l'année avec des valeurs d'environ 50% en été et 80% en hiver.

L'évapotranspiration potentielle est de l'ordre 1400mm par an et rejoint son maximum au mois de juillet et son minimum en Décembre.

Introduction

La région du Haut Isser se caractérise par des potentialités en sol importantes, ne nécessitent pas des aménagements très importants.

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

II-1-Classification des sols

Dans notre région, cinq classes d'aptitude à l'irrigation sont définies selon les normes F.A.O. Elles se basent sur la nature et l'intensité des contraintes existantes telles que:

La profondeur du sol la texture la perméabilité la salinité le drainage le calcaire actif.

II-1-1-Classe I

Les zones de la Classe I sont caractérisées par des sols profonds, une texture moyenne, une perméabilité moyenne de 2 cm/h et une porosité moyenne de 40%.

Ces sols ne demandent aucun travail d'aménagement. Leur aptitude à l'irrigation est bonne.

II-1-2-Classe II

Les zones de la Classe II sont représentées par des sols peu évolués à texture limono-argileuse à limono - sableuse, des sols fersiallitiques et de vertisols à texture fine en profondeur. Ces sols sont caractérisés par une perméabilité moyenne à bonne variant de 0,5 - 4,5 cm/h et une porosité moyenne de 41%.

Parmi les contraintes existantes, nous citerons:

- présence de cailloux;
- La nappe peut être présente par endroit entre 1,5 et 2 m de profondeur: la salinité est moyenne variant de 4 - 7 mmhos/cm mais très localisée; le calcaire actif est présent avec des taux variant de 5 - mais très localisé.
- Les travaux d'aménagement nécessaires sont mineurs, à savoir: l'amendement organique, l'épierreage et très rarement le drainage par endroit.

II-1-3-classe III

Ces zones sont les plus étendues, elles sont couvertes par des sols peu évolués et brun méditerranéens à texture grossière et des vertisols à texture fine.

Le premier type de sol occupe près de 20% de la superficie totale de la Classe III, et est caractérisé par une perméabilité moyenne à élevée, variant de 6-12 cm/h (mais qui, rarement, peut descendre à 1 cm/h quand la structure est faiblement développée), et une porosité moyenne de 38%.

Les principales contraintes rencontrées sont:

- la présence de cailloux par endroits,
- la salinité qui varie de 4 - 8 mmhos/cm.

Les travaux d'aménagement se résument en un amendement organique afin d'améliorer la structure et augmenter la rétention en eau.

Les vertisols occupent près de 80% de la superficie totale de la Classe III. Ces sols sont caractérisés par une texture fine argilo -limoneuse, une perméabilité moyenne à faible variant de 0,12 - 2,65 cm/h et une porosité moyenne de 37%.

Les principales contraintes rencontrées sont:

- présence de cailloux par endroit;
- la salinité qui varie de 4 - 8 mmhos/cm et parfois dépasse 8 - mmhos/cm mais très localisée;
- le niveau de la nappe qui varie de 1 - 1,5 m;
- le calcaire actif qui peut être important avec des taux variant de 7 - 12%;
- très rarement la pente, qui varie de 10 - 20%.

Les travaux d'aménagement se résument à des labours profonds, lessivage et drainage.

II-1-4-classe IV

Les zones de la Classe IV sont à texture très grossière et les sols hydromorphes et vertiques à texture très fine.

Le premier type de sol occupe près de 44% de la superficie totale de la Classe IV, ces sols sont caractérisés par une texture sableuse, et donc une perméabilité élevée atteignant 15 cm/h, et une porosité moyenne de 38%.

Les principales contraintes rencontrées en plus de la texture très grossière sont la présence de cailloux par endroits et de la nappe qui peut être présente à une profondeur de 1 - 2 m.

Les travaux d'aménagement sont essentiellement l'épierrage au niveau de la plaine côtière et le drainage.

Le second type couvre 56% de la superficie totale.

II-1-5-Classe V

Les sols sont caractérisés par une texture argileuse et donc une perméabilité faible de 0,35 cm/h, cependant la porosité est de 40%.

II.2.Qualité des sols

L'évolution de la salinité de la solution du sol est importante dans la mesure où, c'est cette dernière qui s'oppose à l'absorption de l'eau par les plantes qui se fait par osmose.

L'eau appliquée s'infiltré dans le sol, de façon à ce qu'une partie est retenue pour le satisfaire à la capacité au champ et l'autre percole en profondeur. La partie retenue, appelée souvent réserve utile du sol, s'épuise progressivement sous l'effet combiné de l'évaporation et de l'extraction racinaire (figure.II.1).

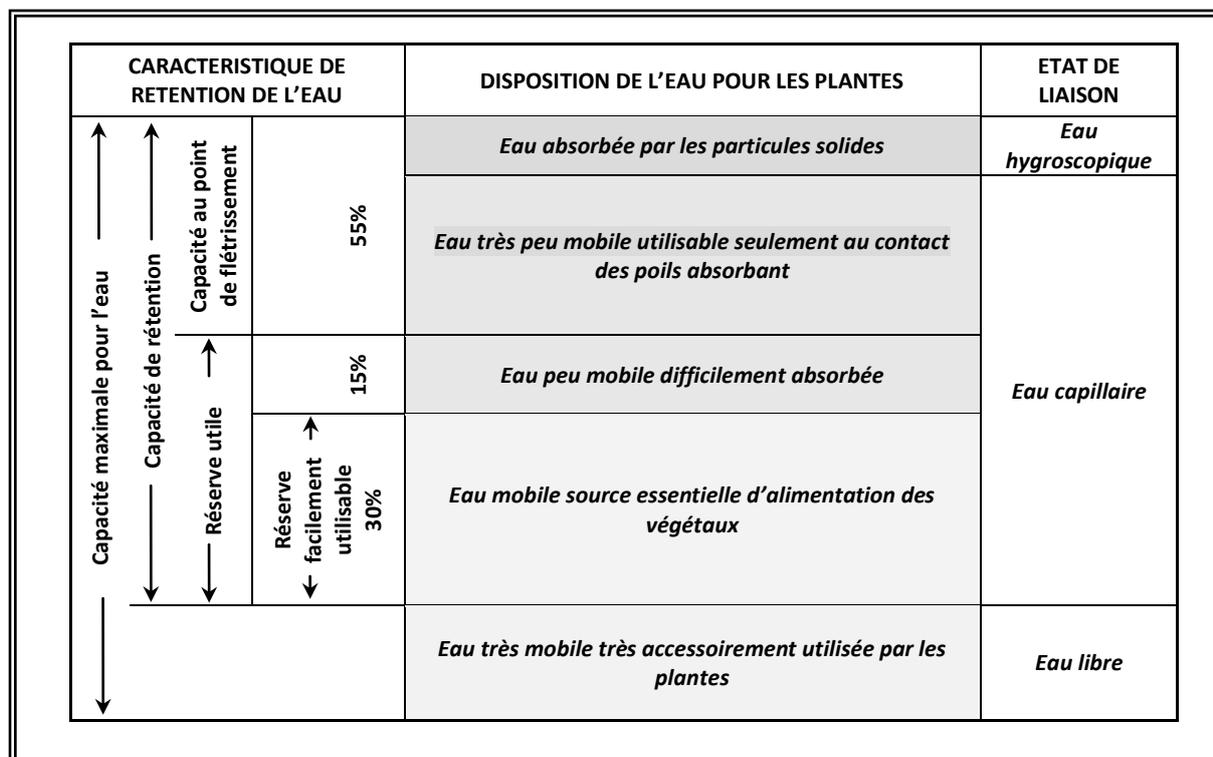


Fig. II.1. Etats de l'eau dans le sol.

La solution du sol devient ainsi concentrée en sels, car les plantes n'utilisent qu'une faible proportion des sels. Celles-ci auront donc de plus en plus de mal à extraire de l'eau de la solution du sol, car la pression osmotique augmente avec la concentration des sels dans la solution du sol.

Une forte concentration en sel dans la solution du sol, a les mêmes répercussions de la sécheresse, plus connu sous le nom de stress hydrique.

Bien que le degré de nécessité de drainage ait été défini en fonction de l'hydromorphie et non de l'halomorphie, on retiendra la classification ci-dessous, vu que les sols hydromorphes présentent un risque élevé de salinisation.

Pour les trente et un (31) profils analysés dans la région, les conductivités électriques moyennes, maximales et minimales des solutions de sols sont rappelées dans le tableau.II. 2

Tableau.II. 2 : Récapitulations des conductivités électriques EC_e des profils.

NOMBRE DE PROFILS	CLASSIFICATION ³ (mmhos/cm.)	CONDUCTIVITES ELECTRIQUES (mmhos/cm.)		
		Moyenne	Maximale	Minimale
24	$EC_e \leq 1$	0,71	0,97	0,41
6	$1 < EC_e \leq 2$	1,29	1,73	1,05
1	$EC_e > 2$	7,90	7,90	7,90

- Sols ne nécessitant pas de drainage $EC_e \leq 1$ mmhos/cm
- Sols nécessitant un drainage retardé $1 < EC_e \leq 2$ mmhos/cm
- Sols nécessitant un drainage immédiat $EC_e > 2$ mmhos/cm

II-2: Ressources en eau**II-2-1: Ressources superficielles**

Les ressources en eau superficielles ne sont pas très importantes comparées aux ressources souterraines, on note la présence de quelques retenues collinaires destinées à l'irrigation:

Tableau II. 3 : volume de quelque retenue dans notre région

Nom de la retenue	Capacité (m3)	Volume stocké (m3)
Djelada	10.000	8.000
Bouchiouane	15.000	12.000
Nachouf	194.000	20.000
El Madjen	14.000	/

Source : Subdivision agricole de Kadiria

Barrage de Koudiat-Aerdoune :

Le barrage de Koudiat-Acerdoune est situé dans le commune de Maala (wilaya de Bouira) sur l'oued Isser, à 16 Km environ, à l'amont de la confluence avec l'oued Djemaa.

Tableau. II. 4 : Caractéristiques de Barrage du Koudiat Acerdoune

Superficie du bassin versant	2.800 km ²	Débit de crue centennale	1.800m ³ /s
Précipitation moyenne annuelles	500 mm	Côte de la retenue normale	311m NGA
Apport moyen annuel	246 Mm ³	Volume normal de la retenue	640 Mm ³
Débit de crue vingtennale	1.300 m ³ /s	Volume utile de la retenue	450 Mm ³
Volume régularisé	178 Mm ³	Hauteur max du barrage	112 m
Largeur du couronnement	14 m	Longueur du couronnement	385 m

Le barrage de Koudiat-Acerdoune est destiné pour l'AEP. et aussi pour Irrigation. Pour cela, on trouve 2 conduites parallèles. La 1^{ère} pour l'AEP de 1000 mm de diamètre, et la 2^{ème} pour l'irrigation de 2000mm de diamètre.

Le diamètre courant de la conduite pour l'irrigation a été choisi de façon à garantir de bonnes conditions de stabilité des turbines de la centrale hydroélectrique aux variations de charge.

Conduit d'adduction :

- Diamètre 2,00 m
- Longueur 355.0 m
- Débit de pointe 10 m³/s
- Niveau de prise 260.0 m

Le débit de pointe dérivable selon Coba par la conduite de l'irrigation (2,0 m) est de 10 m³/s, avec une vitesse de 3,18 m/s, valeur qui permet d'irriguer, en théorie, les 6000 ha des plaines des Isser avec un débit brute fictif de pointe de 1,67 l/s/ha. Mais en cas de partage de l'eau pour les plaines de l'Isser, les quantités vont se réduire considérablement.

II -2-2 : Ressources souterraines

D'après les termes de référence de la présente étude, les disponibilités en eaux souterraines pour la zone d'étude ont été évaluées comme suit :

- L'aquifère du haut Isser est petite et représente un emmagasinement utilisable de 2,4hm³ seulement. On estime que cet aquifère pourra fournir un volume net de 4,4 hm³/an environ, en tenant compte de débits retournant à l'aquifère.
- Les ressources exploitables estimées s'élèvent à 2,4 hm³/an pour le haut Isser.

_ L'alimentation naturelle de la nappe restera toujours plus faible à cause de la réalisation de nombreux barrage et retenues collinaires.

_ L'exploitation des aquifères par des points d'eau à usage potable et /ou industriel de la part des habitants et industries dispersées en dehors des agglomérations ne pourra pas être complètement éliminée.

_ Selon les différents entretiens tenus avec les services hydrauliques de la wilaya, les extractions de la nappe de moyen Isser semblent excessives : elles s'élèvent à 3 hm³ par an pour haut Isser.

II.3.Evaluation de la qualité de l'eau d'irrigation

Lorsqu'on veut réaliser un aménagement hydro-agricole, il faut que l'eau exploitée pour l'irrigation accomplisse certaines conditions qui garantissent le bon développement des plantes, et permet d'éviter les impacts négatifs sur la sante publique, l'environnement et le système d'irrigation. La qualité de l'eau d'irrigation dépend des facteurs suivants :

- La concentration totale en sels dissous
- Le rapport de sodium par rapport aux autres cations.
- La présence de Bore et d'autres éléments toxique.

Suivant l'analyse physico-chimique effectuée sur des échantillons prélevés à la station hydrométrique de Lakhdaria(090502), La classification des eaux de Barrage du Koudiat Acerdoune est élaborée à l'aide du diagramme de la classification des eaux d'irrigation de U.S.S.L (United States Salinity Laboratory) établi en 1954, qui est en fonction de la conductivité électrique (CE) à 25⁰C et le rapport d'absorption du sodium (SAR) (Fig.II.5).

La concentration moyenne en sels minéraux des eaux du barrage de Koudiat Acerdoune est estimée à 1,22g/l.

Tableau. II .5 : classification des eaux en fonction du S.A.R

Classe	S.A.R	Danger d'alcalinisation
S ₁	SAR < 10	Risque faible
S ₁	10 < SAR < 18	Risque moyen
S ₃	18 < SAR < 26	Risque élevé
S ₄	SAR > 26	Risque très élevé

En se référant à la classification des eaux d'irrigation (**fig. II.5**), on peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité faible avec un degré d'alcalinisation des sols faible (C2, S1).

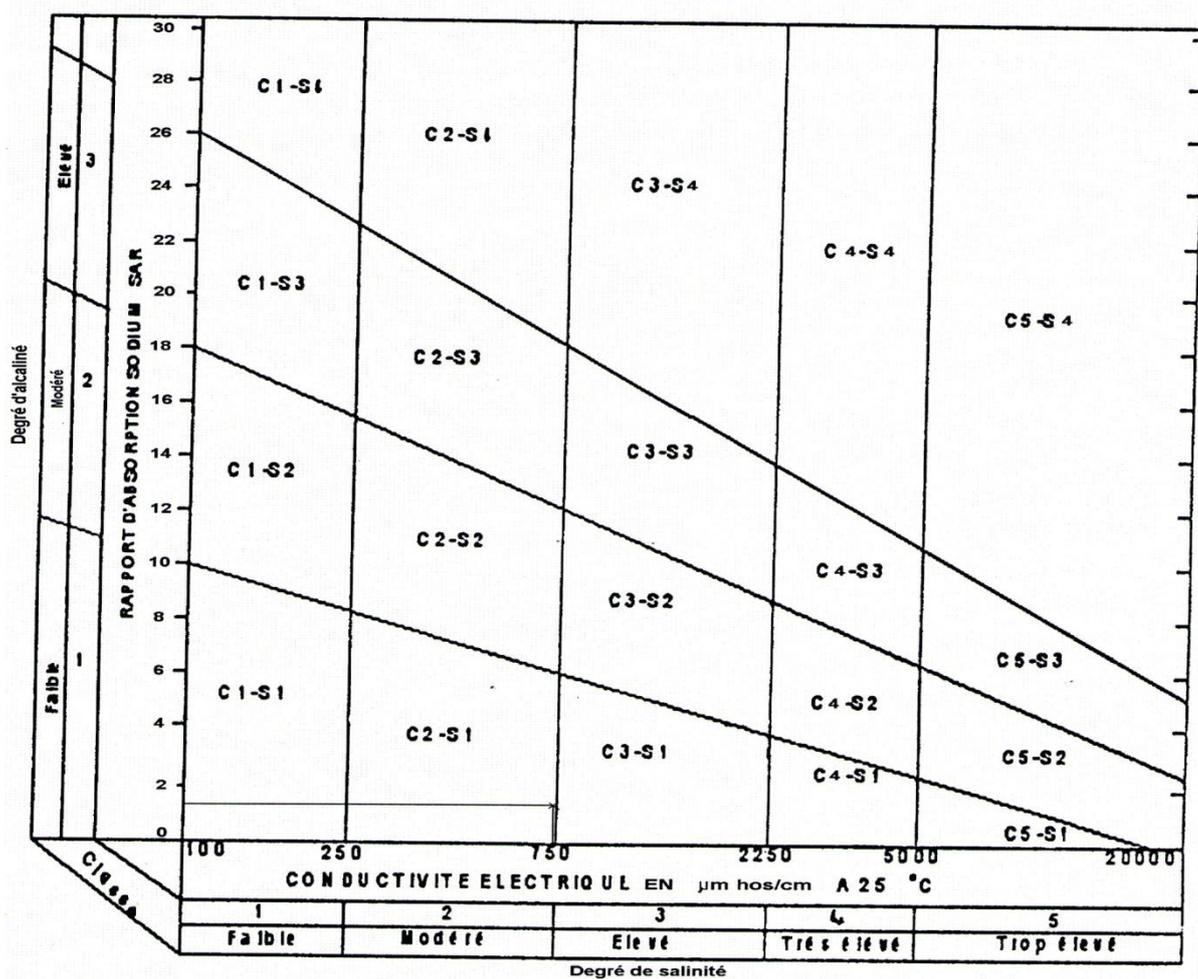


Fig.II.2. classification des eaux d'irrigation

Conclusion

D'après les classifications les si-avants, on vut que la majorité des sols sont plus cultivables, et les autres sols, on peut améliorer sont caractéristiques physique (structure, porosité et capacité de rétention en eau).

D'après le classement de sols adopté et préconisée par la **F.A.O**, nous constatons que la surface totale irrigable dans le périmètre du haut Isser est de **252 ha**, dont la majorité de la surface est excellent potentiel agronomique, sans aucun travail d'aménagement préconisable ; et l'autre sols ont un potentiel agronomique moyen, avec quelques travaux d'aménagement mineurs, tels que : l'épierrage, l'amendement organique et le labour profond ; le reste ont un potentiel agronomique faible, en plus de plusieurs contraintes existantes. Les travaux d'aménagement recommandés sont : labours profonds, lessivage et drainage.

Pour les eaux on veut qui il ya d'excès d'eau para port ou notre besoin d'irrigation.

III.1. Etude des précipitations**III.1-1. Réseau pluviométrique**

Notre région d'étude compte 7 stations pluviométriques gérées par l'A.N.R.H et l'O.N.M.

Avec une période d'observation de 31 ans (1980-2010) dans le **Tableau.III.1**

Tableau.III.1 : la nomenclature, l'équipement des stations

Stations	Code de station	Altitude (m)	coordonnées		équipement	Période de fonctionnement
			x	y		
BSIBSA	090149	820	570.25	354.5	PV	1980-2010
LAKHDARIA	090502	50	579.3	370	PV	1980-2010
DJEBAHIA	090403	320	594.8	353.4	PV	1980-2010
TAZROUT	090406	520	571.1	361.6	PV	1980-2010

Parmi les stations décrites, nous avons sélectionné la station la plus représentative de notre zone d'étude qui est celle de DJEBAHIA.

II.I-2. Analyse statistique des précipitations totales annuelles de la station de Djebahia

Les données recueillies auprès des services de l'O.N.M, montrent que la répartition des précipitations enregistrées pendant une période d'observation de 30 ans (1980-2010) est irrégulière et variable durant les mois et les années aussi **Tableau .III.2**

Tableau .III.2: pluies mensuelles en dixième de millimètre

Station : DJEBAHIA

Période : 1980-2010

Source : A.N.R.H

Altitude : 320 m

Année	P Annelles	sept	oct.	nov.	déc.	jan	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	aout
1980	644,9	9,6	51,7	65,2	214,5	37,4	78,4	57,1	70,9	32,8	1,7	0	25,6
1981	533	0,6	24,6	17,8	70,1	164	111,7	42,2	29,5	48,9	9,9	5,9	7,8
1982	453,2	46,6	137,9	126,4	0	0,8	48,2	14,5	45,3	16,5	0	6	11
1983	538,2	0	24,6	55,4	44,9	78,4	142,3	48,5	42,3	67,9	21,3	12,6	0
1984	698,8	20,4	103,4	29,3	156,8	59,3	33,5	186,1	27	75,7	0	1,5	5,8
1985	473,5	29	21,8	57,1	46,4	38,9	42,5	181,6	19,2	6,5	24,7	0,9	4,9
1986	706,9	65,3	59,9	75,8	153,9	93,8	160,1	47,6	8,7	12,4	21,7	5	2,7
1987	430,7	12,2	24,9	79,7	50,6	53	47	40	68,5	43,4	9,8	1,6	0
1988	477,2	14,4	3,1	28,6	187,1	41,9	17,1	67,5	87,2	10	9,3	1,1	9,9
1989	407,7	19,8	32,2	35,6	19,9	79,9	0	56,2	33,4	79,5	12,6	36,4	2,2
1990	567,7	16,5	45,8	47,9	100,5	81,6	60,65	65,87	30,6	60,67	4,6	0	2,0
1991	636,3	12,8	57,8	55,1	135,5	84,7	103	90,3	28,7	61,7	2,3	0,3	4,1
1992	532,7	4,6	46,4	137,1	130,6	24,2	70,3	11,4	74,2	28	1,7	0,1	4,1
1993	440,2	56,7	24,9	67,5	87,5	63,3	53,2	0,1	40	1,6	0	0	45,4
1994	641,7	65,2	64,5	21,7	76,8	209,3	52,6	95,6	13,4	0,4	29	0	13,2
1995	596,6	7,9	24,3	16,8	28,7	87,3	198,1	41,8	98	59,6	21,2	5,9	7
1996	288,7	26,8	22,1	32,6	40,9	36,6	17,6	19,3	62,2	17,1	1,5	0,2	11,8
1997	809,5	127,8	77	129,7	89,4	32,9	68,2	36,1	69,9	174,4	3,2	0	0,9
1998	481,9	14,5	64,3	109,4	49,5	82,4	69,3	68,1	12,1	10,4	0,1	0	1,8
1999	337,3	23,8	12,9	44	170,5	6	3	3,2	27,3	46,4	0	0,2	0
2000	487,7	7,7	47,3	56,1	38,4	200,2	67,6	0,9	48,8	17,1	0	0	3,6
2001	254,3	25,5	0	24,6	25,4	44,8	17,8	33,6	27,4	22,7	3,8	1,2	27,5
2002	891,9	9	23	159	211,5	200,5	96,2	26,6	135,2	19,6	4,1	7,2	0
2003	644,4	20,9	91,6	50,1	122,2	89	40,1	68,8	53,6	103,6	0,8	2,4	1,3
2004	587,7	27,2	28,6	103,9	190,2	95,8	100,1	34,3	0	2,8	2,9	0	1,9
2005	617,2	9,7	77,1	54,1	89,5	83,3	124,7	44,6	9	44,6	0,7	78,5	1,4
2006	714,7	50,4	3,4	14,5	96,1	3,6	50,3	298,6	149,9	31,5	2,7	9,5	4,2
2007	482,9	35,2	16,3	112,5	73,6	11	15,1	88	22,4	89,8	10,3	8,2	0,5
2008	610,2	57,6	54,1	69,1	81,1	118,6	24,3	67,5	86,5	47,9	0	1,1	2,4
2009	390,5	27,7	8,4	79,5	66,5	75,3	0	57,8	10,9	37	0	0	27,4
2010	1012,5	0,3	59,3	131	63,6	113,2	268,8	71,7	104	157	43,2	0,4	0

III-2-3-1-Analyse de l'échantillon et choix du type de loi

a) Les caractéristiques empiriques de cet échantillon sont :

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

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

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

b) Calcul de la fréquence expérimentale :

Anne	Précis Xi (mm)	Rang (m)	Frequency	Anne	Précis Xi(mm)	Rang (m)	Frequency
2010	1012,5	1	1,66	1981	533	16	51, 67
2002	891,9	2	5	1992	532,7	17	55
1997	809,5	3	8,333	2000	487,7	18	58, 33
2006	714,7	4	11,66	2007	482,9	19	61, 67
1986	706,9	5	15	1998	481,9	20	65
1984	698,8	6	18,33	1988	477,2	21	68, 333
1980	644,9	7	21, 67	1985	473,5	22	71, 667
2003	644,4	8	25	1982	452,4	23	75
1994	641,7	9	28, 33	1993	440,2	24	78, 33
1991	637,4	10	31, 67	1987	430,7	25	81, 67
2005	617,2	11	35	1989	407,7	26	85
2008	610,2	12	38, 33	2009	390,5	27	88, 33
1995	596,6	13	41, 67	1999	337,3	28	91, 67
2004	587,7	14	45	1996	288,7	29	95
1983	538,2	15	48, 33	2001	254,3	30	98, 33

Les paramètres statistiques déduits par le logiciel Hyfran :

Moyenne	561	Coef de variation(CV)	0,305
Ecart-type	171	Coef d'asymétrie(Cs)	0,589
Médiane	538	Coef d'aplatissement(Ck)	3.12

III-2-3-2 :Choix du type de loi

L'étude statistique des pluies a été fait en faisant l'ajustement des pluies annuelles aux deux lois statistiques, à savoir, la loi normale et lognormale.

Il s'agit de trouver une loi probabilité susceptible de s'ajuster de manière adéquate à notre échantillon. Pour cela, nous avons utilisé le logiciel Hyfran .

1- Ajustement des pluies à la loi NORMALE :

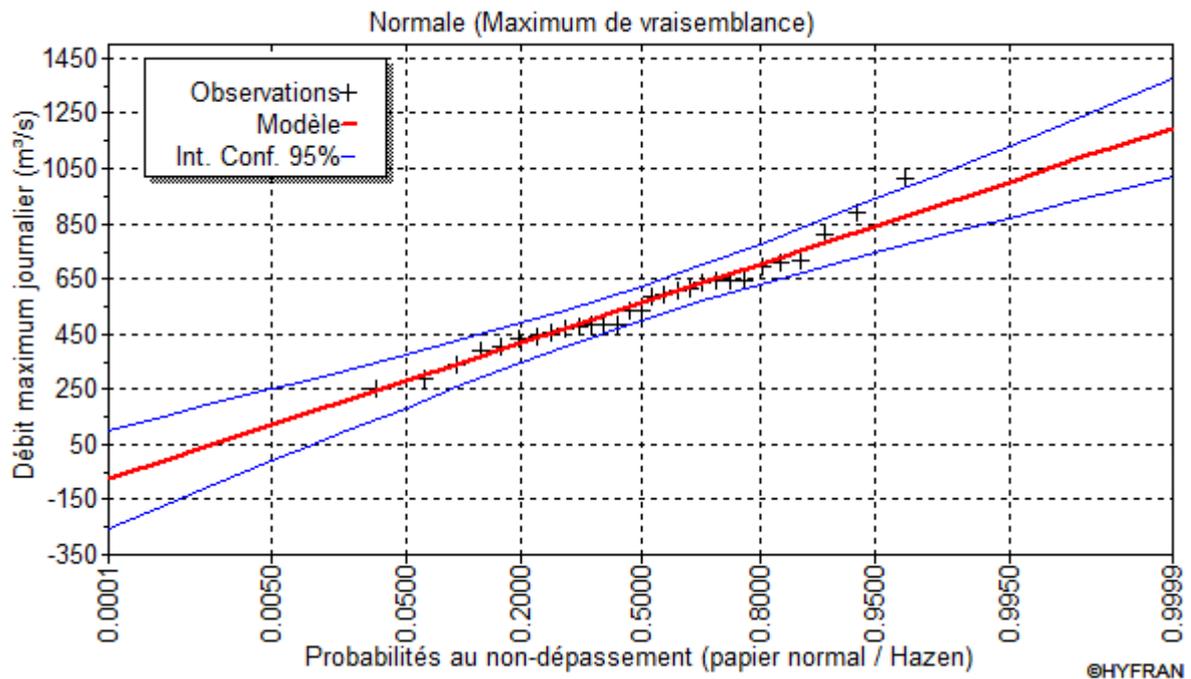


Fig. II.1. ajustement à la loi normale

2- Ajustement des pluies à la loi LOG-NORMALE :

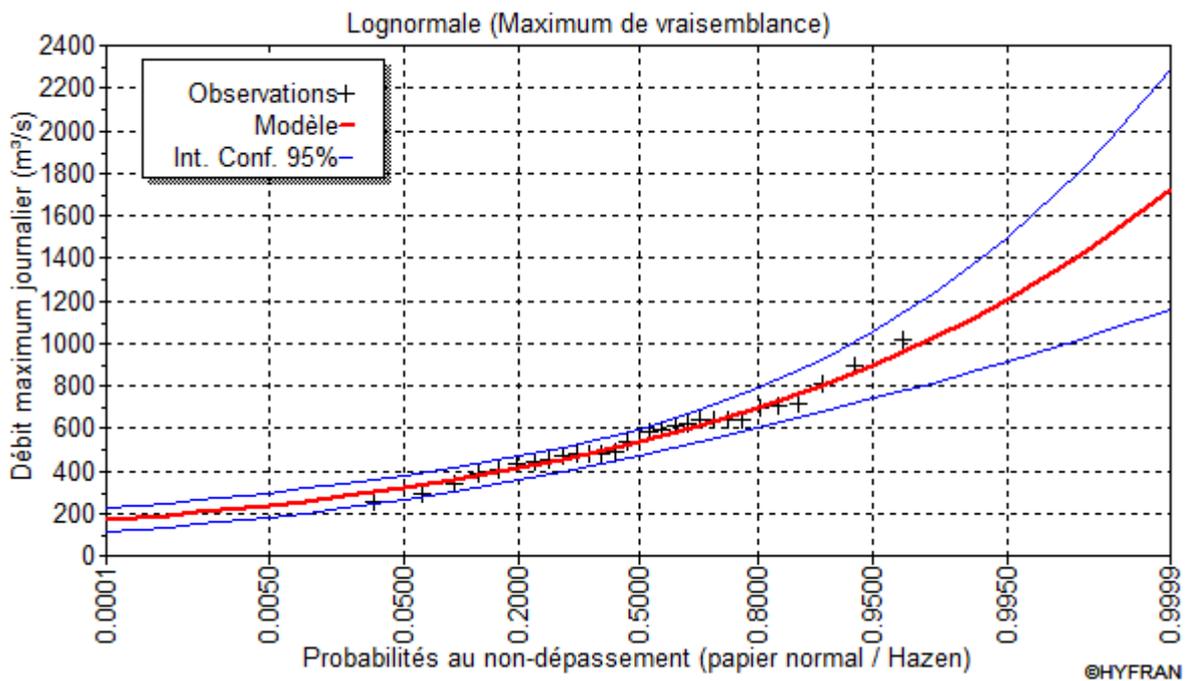


Fig.II.2. ajustement à la loi log normale

III-2-3-3 : Test de validité d'un ajustement

La loi choisie pour ajuster la distribution statistique d'un échantillon ne représente qu'approximativement l'échantillon étudié, l'erreur commise en adoptant une loi donnée est une erreur d'adéquation. Il convient par conséquent de comparer l'adéquation de ces lois au meilleur ajustement. L'un des tests le plus employé, est le test du **Khi carre** (χ^2).

Soit un échantillon de **N** valeurs, classés par ordre croissant ou décroissant, à étudier, et pour le quel une loi de répartition **F(X)** a été déterminée.

On divise cet échantillon en un certains nombres de classe **K** contenant chacune n_i valeurs expérimentales. Le nombre v_i est nombre théorique de valeurs sur un échantillon de **N** valeurs affectées à la classe **i** par la loi de répartition.

F(X) : étant la densité de la probabilité correspondant à la loi théorique. La variable aléatoire X^2 , dont la répartition a été étudiée par Pearson

On recherche sur la table de Pearson la probabilité de dépassement correspondant au nombre de degré de liberté, définie ci-dessous par λ

Si cette probabilité est supérieure à 0,05, l'ajustement est satisfaisant.

II-2-3-3-1 : Test de validité de l'ajustement à la loi Normale

Le test de validité de Khi carré pour l'ajustement à la loi Normale est fait par le logiciel **HYFRAN**

- Station de Djebahia Test d'adéquation : Loi normale

Résultats

- Khi carré = 3.59
- p-value $p(\chi^2) = 0.4649$
- Degrés de liberté : 4
- Nombre des classes : 7

La probabilité donnée montre l'adaptation de la loi normale pour représenter la distribution fréquentielle des pluies moyennes annuelles de la station de Djebahia.

II-2-3-3-1 : Test de validité de l'ajustement à la loi log-Normale

Le test de validité de Khi carré pour l'ajustement à la loi log-Normale est fait par le logiciel **HYFRAN**.

Station de Djebahia Test d'adéquation : Loi log- normale

Résultats

- Khi carre = 2,67
- p-value $p(\chi^2) = 0,5785$
- Degrés de liberté : 4
- Nombre des classes : 7

Remarque :

- D'après le graphe de comparaison et Test de Khi carré
Nous avons constaté que les précipitations s'ajustent mieux à loi de Galton(log-normale).

$$P20\% = 416\text{mm}$$

$$p50\% = 537\text{mm}$$

$$p20\% / p50\% = 416/534 = 0.78$$

$$pmoy20\% = (p20\%/p50\%)*pmoy$$

Tableau III.4 : calcul de Pmoy 20%

mois	sept	oct	nov	déc.	janv.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	aout
Amoy. (mm)	26,75	43,01	65,78	93,94	74,50	68,42	61,28	49,55	44,09	7,84	6,01	7,43
Pmoy 20%	20,86	33,55	51,31	73,27	58,11	53,37	47,80	38,65	34,39	6,12	4,69	5,80