

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'IRRIGATION D'APPOINT
D'UN PERIMETRE DE BNI SLIMANE W.MEDEA**

Présenté par :

M^r bourelaf abdellatif

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et prénom	Grade	Qualité
M^r M. MESSAHEL	M.C	Président
M^{me} L.S BAHBOUH	M A.A	Examinatrice
M^{me} H.BOUCAMA	M A.A	Examinatrice
M^{me} S.HARKAT	M A.B	Examinatrice
M^r Y.BOUNAH	M A.A	Examineur
M^{me} MEDJDOUB SONIA	M A.A	Promotrice

Septembre -2013

Dédicace

Je dédie ce mémoire à ma mère qui a fourni tant d'efforts, depuis mon enfance et qui, à chaque étape, m'a sauvé des chutes de la vie et qui est, je pense, la cause de ma réussite après le tout Puissant. A mon père qui bien que dure avec moi , m'a réveillé à chaque fois et ma énormément aidé par ses conseils. Je le dédie aussi à mes professeurs de tous les étapes scolaires, et principalement ceux du lycée et de l'ENSH de Blida.

Remerciements

Mes remerciements vont mes professeurs qui m'ont permis d'acquérir le savoir dans le domaine de l'hydraulique qui m'a été utile pour réaliser ce mémoire. A mes amies de l'ENSH, qui m'ont été utile par leurs conseils et leur expérience.

A mon promoteur Mmeme djdoub sonia . qui m'a guidé et aidé pour finaliser ce mémoire.

الملخص :

قصد تقييم مدى أهمية الير التكميلي على مكونات المدورية للأعوا الحبيو قمنا بهذ الارسة و التي تتمثل في تعويض أشهر الجفاف عن رطيق الير التكميلي في بادية المارحل المختلفة لفتقر التكاثر كما تبين هذه الارسة أهمية الأمطار على مدورية الحبيو نلاحظ من خلال ارسنا أن نقص الأمطار في بعض الشهر و أجز منها يؤثر بشكل كبير على المدور بحيث لو عوضنا اذه النقص الطفيف بير التكميلي لتم أنقاد الموسم الارزعي.

Résumé :

Dans le but de quantifier l'importance de l'irrigation d'appoint comme facteur d'amélioration du rendement des céréales, nous avons choisie cette étude. Cette étude montre le besoin des céréales en période de manque de précipitation par un apport de peu d'eau afin d'éviter le stress hydrique à différentes phases phénologiques.

Nous remarquons d'après notre étude que les années de manque de pluies durant certains mois influe énormément sur le rendement global et qu'il suffit de combler ce manque qui parfois n'est pas important pour sauver la saison agricole.

Summary:

In order to quantify the importance of supplemental irrigation as a factor in improving grain yield, we have chosen this study. This study shows the need for grain in times of lack of precipitation by supplying some water to avoid water stress at different phenological phases.

We note from our study that the years of low rainfall during certain months greatly affects the overall performance and it is enough to fill the gap that sometimes is not important to save the agricultural season.

LA SOMAIRE

INTRODUCTION :	2
I. DESCRIPTION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE :	3
I.1 : Historique :	3
I.2 : Situation du périmètre d'étude :	3
I.3 : Le Relief :	4
I.4 : Climatologie :	4
I.4.1 : Pluviométrie :	4
1.4.2 : Températures :	5
I.4.3 :Climogramme de Gaussen :	5
I.4.4 : Les caractéristiques bioclimatiques :	6
I.4.4 .1 : Les indices climatiques:	6
I.5.Autres phénomènes climatiques :	9
I.5.1 : Gelée :	9
I.5.2 : Grêle et Neige :	9
I.5.4 : Evapotranspiration Potentielle (ETP) :	10
I.5.5 : Le Sirocco :	10
I.5.6 : Les vents :	10
I.5.8 : L'insolation :	11
Conclusion :	11

CHAPITRE II

Introduction :	12
II .1.1: Classification et caractères morphologique des sols :	12
.1.2 : DESCRIPTION DES PRINCIPAUX SOLS ET LEUR REPARTITION :	13
II.1.2.1 : CLASSE DES SOLS PEU EVOLUES:	13
II.1.2.1.1: DESCRIPTION DU PROFIL :	14
II.1.2.1.2 : PROPRIETES AGRONOMIQUES DES SOLS PEU EVOLUES :	16
II.1.2.2: CLASSE DES SOLS CALCIMAGNESIQUES :	16
II.1.2.2.2 : PROPRIETES AGRONOMIQUES DES RENDZINES :	18
II.1.2.3: Classe des sols à sesquioxyde de fer :	18
II.1.3 : Caractéristiques hydrodynamiques des sols :	20
II.1.3.1 : Perméabilité :	20
II.1.3.2 : La conductivité hydraulique :	21
II.1.3.3: La porosité :	21

II.2 Ressources en eau :	21
II.2.1 Eaux de surface :	21
.....	22
II.2.2 : Estimation des apports du bassin de l'oued Mellah.....	22
II.2.3 : CARACTERISATION PHYSIQUE DU BASSIN VERSANT	23
II.2.4 : Estimation des apports à la station hydrométrique.....	24
II.2.5 Estimation des apports au Retenue.....	26
II.2-6 : Qualité des eaux d'irrigation	26
II.2-6-1. Conductivité électrique de l'eau.....	26
II.2-6-2. Le S.A.R (le pourcentage interchangeable de sodium).....	27
II.2.7 Les eaux souterraines :	29
II.2.6 : Géomorphologie :.....	29
II.3.Géologie :.....	31
II -3) Hydrologie	31
<i>Introduction</i>	31
II.3.1 : Choix de la station représentative de la Zone d'étude.....	32
II.3.2 : Homogénéité de la série pluviométrique :.....	34

CHAPITRE III

Introduction :	38
III.1. Analyse du foncier :	38
III. 2 : Structure foncière :.....	39
III. 3 : Situation actuelle :.....	39
III. 4 : L'élevage.....	40
III.5. Les modèles d'exploitation type de la zone d'étude :	40
Conclusion :.....	43

CHAPITRE IV

Introduction	44
IV.1. Evaluation des besoins en eau des plantes cultivées.....	44
VI.2 :Calcul de l'évapotranspiration potentiel :	44
VI .2.1.Méthodologie :	44
VI.3 : Réserve Facilement Utilisable (RFU) et vitesses d'infiltration.....	47
VI.4 :Estimation des pluies efficaces :	48
VI.5 .Estimation des doses et fréquences d'irrigation au niveau des	49
VI.6 :Efficience de l'irrigation.....	49
VI.7:Calcul effectif du bilan hydrique	50
VI.8 :Sensibilité des plantes au déficit hydrique.....	54
VI.9. : Effet d'un stress hydrique sur le rendement de blé dur	54
VI.9.1 : Coefficients de réponse du rendement KY : pour estimer les productions dues	54
VI.10. : Détermination des années humides et des années sèches :	57

CHAPITRE IV

Introduction :	58
V.1. CRITERES DE CHOIX DES ÎLOTS TYPES :	58
V.1.1 Taille des îlots d'irrigation :	58
VI.2 Débit fictif continu :	59
VI.3 Volume d'eau nécessaire pour chaque îlot et débit d'équipement de la borne d'irrigation	59
VI.4 Taille de l'îlot :	59
V.1.6 Prise d'irrigation :	60
V.1.7 L'emplacement des bornes d'irrigation dans les' îlots :	61
IV.2.Optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif.....	61
IV.2-1.Calcul Des Diamètres.....	62
IV.2-2.La vitesse admissible.....	62

IV.2-3.Calcul des pertes de charges	62
IV.2-4.Vérification de l'écoulement.....	63

CHAPITRE VI

INTRODUCTION :	64
VI.1. LES TECHNIQUES ADAPTEES A L'IRRIGATION D'APPOINT	64
VI.2 Irrigation par aspersion :	64
VI.2.1. Avantages et inconvénients de l'irrigation par aspersion	64
VI.2. 2.Irrigation par aspersion non mécanisée Systèmes mobiles.....	65
VI.3 – Les contraintes intervenant dans le choix de Types d'irrigation :	69
VI.3.1 Contraintes naturelles :	70
VI.3.2 Contraintes agronomiques :	70
VI.3.3 Contraintes techniques et Socio – Economiques :	71
VI.4 Projection d'un système d'irrigation par aspersion classique sur une parcelle de céréales	71
VI.4.1 détermination du diamètre d'ajutage, du nombre d'asperseur et du nombre de.....	71
VI.4.1.1 Le diamètre de l'ajutage :	71
VI.4.1.2 la portée du jet (L) :	71
1.1.1. VI.4.1.3 Calcul des écartements entre les rampes et arroseurs :	72
1.1.2. VI.4.1.4 Calcul du débit de l'asperseur :	72
1.1.3. VI.4.1.5 Vérification de la pluviométrie de la buse :	72
1.1.4. VI.4.1.6 Le temps nécessaire pour donner d'une dose par 1 asperseur	72
V.4.1.7 volume fourni par 1 asperseur pendant 1 mois :	73
V.4.1.8 Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle :	73
V.4.1.9 Le nombre d'asperseurs :	73
1.1.5. VI.4.1.10 calcul du nombre de rampes.....	73
VI.5. Dimensionnement des canalisations :	74
VI.6 Diamètre de la conduite d'approche :	75
VI.7 Diamètre de la rampe :	76
VI.8 La pression d'eau à la borne de distribution :	77
Conclusion.....	77

LISTE DES TABLEAU

CHAPITRE I

Tableau N°I.1: Pluviométrie de la région de Béni Slimane.....	4
Tableau N°I.2: pluies moyennes annuelles	4
Tableau N°I.3 : Répartition des températures moyennes mensuelles.....	5
Tableau N°I-4 : précipitations et double des températures mensuelles	6
Tableau N° I.5 : Classification du climat selon DE MARTON.....	7
Tableau n°I.6 : Nombre de jours moyens de gelée à la station de Beni Slimane .	9
Tableau n°I.7: Nombre de jours de neige et grêle sur 20 ans à la station de Beni Slimane	9
Tableau N°I .8 :Nombre moyen des jours d'orages	10
Tableau N°I.9 : Evapotranspiration potentielle mensuelle (ETP)	10
Tableau n°I.10 : Nombre de jours moyens de sirocco à la station de Beni Slimane	10
Tableau I.11 : vitesse du vent moyenne	10
Tableau I .12 : Humidité relative à la station de Médéa	11
Tableau I .13 : Humidité relative à la station de Médéa	11
Tableau II. 10 : Synthèse des résultats de calcul de l'apport moyen annuel	11

CHAPITRE II

Tableau –II-1 Granulométrie et matière organique :	15
Tableau –II-3- Réserves minérales	17
Tableau –II-4- Granulométrie et matière organique	17
Tableau –II-5- Granulométrie et matière organique	20
Tableau –II-6- Réserves minérales	20
Tableau –II-7- Perméabilité des sols (cm/h)	22
Tableau II .8 : station hydrométrique de Beni Slimane	24
Tableau II.9 – Caractéristiques morphométriques des bassins versants.....	24
Tableau II. 10 : Synthèse des résultats de calcul de l'apport moyen annuel	26
Tableau. II.11 : apports mensuels obtenus pour la période 1980-2011	26
Tableau II .12 : apports mensuels moyens obtenus pour la période 1980-2011	27
Tableau II .13Relation Superficie – capacité	27

Tableau n°14 : Paramètres hydro chimiques moyens mensuels à la station de Beni Slimane sur la période 1984-1989	28
Tableau n° 15: Résultats des prélèvements sur Oued El mellah.....	29

II -3) Hydrologie

Tableau N°II.3.1 : Caractéristiques des stations pluviométriques	33
Tableau N°II.3.2 Statistique descriptive des stations étudiées:	33
Tableau N°II.3.3: Pluies mensuelles (Cumul mensuel et annuel).	34
Tableau N°II.3.4: Test d'homogénéité.....	36
Tableau N°II.3 .4 : Ajustement à la loi de Gauss.....	38
Tableau N°I. 3.5: AJUSTEMENT A LA LOI LOG-NORMAL (GALTON)	38

CHAPITRE III

Tableau III.2 : Distribution du foncier par classes.....	39
Tableau III.3 : Occupation du sol par l'ensemble des exploitations du périmètre en (ha).	40
Tableau III.4 : Nombre d'UGB de l'échantillon d'exploitations	40
Tableau III.5 : Occupation du sol par modèle et type d'exploitation	42
Tableau III.6 : Répartition des cultures par modèle d'exploitation	42

CHAPITRE IV

Tableau VI.1: calcul de l'évapotranspiration.	45
Tableau VI.2 : ETP DE BNE SLIMAN.....	45
Tableau VI .3 :les valeurs de kc	47
Tableau VI.4 : Réserves Facilement Utilisable (RFU) et Vitesse d'infiltration	48
Tableau VI.5 : les pluies efficaces mensuelles.....	48
Tableau VI.6 : de valeurs mensuelles du Bilan.....	50
Tableau VI.7 : récapitulatif des fréquences mensuelles de déficit hydrique.	51
Tableau VI.8 : comparatif bilan hydrique et rendement du blé dur.....	51
TableauVI.9 : des rendements des différents types de céréale avec pluies annuelles.....	53
TableauVI.10 Ajustement du déficit hydrique du mois de mai (maximum de déficit)	53

CHAPITRE V

Tableau n° V-1: Débits normalisés des prises	59
Tableau n° V -2: Choix des ilots :	60
Tableau V.3 : Calcul hydraulique	65
Tableau V.4 : Calcul hydraulique	65

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I

FigI .1 Situation géographique du périmètre étudié.....	3
Figure n° = I. 2 Répartition des températures moyennes mensuelles à la station de Beni Slimane.....	5
Figure n° = I. 3 Diagramme ombro-thermique de la station de Beni Slimane.....	6

CHAPITRE II

Figure II.1: Extrait de la carte pédologique au 1/50.000ème de l'étude.....	13
Figure II.2: Situation de l'oud Ben loulou par rapport au périmètre.....	22
Figure II.3 – Topographie des bassins versants de Beni Slimane.	23
Tableau II. 10 : Synthèse des résultats de calcul de l'apport moyen annuel.....	25
Figure II.4 : diagramme de classification des eaux d'irrigation.	28
Figure II.5 : Extrait de la carte géomorphologique du 1/150.000 ^{ème} De la plaine de Béni Slimane	29
Figure II.6 : Ajustement à une loi de Gauss.....	31
Figure II.7 : Ajustement à une loi de Galton.....	32

CHAPITRE IV

Figure VI.1 Schéma général du Bilan hydrique d'une nappe.....	46
Figure VI.1 : Schéma représentatif de la relation entre ETM et ETP en fonction du Kc	47
Figure VI.2 : Tendances bilan hydrique annuel- Rendement du blé dur.....	52
Figure VI.3: Relation Pluies annuelles - Déficit hydrique - Rendement blé dur	52
Figure VI.4: Ajustement du déficit hydrique du mois de mai (maximum de déficit).....	54
Figure VI.5: Tendances du nombre de mois en Humide et Sec 1981-2013.....	57

CHAPITRE VI

Figure 1 : Schémas d'un réseau entièrement mobile.....	66
Figure 2 : Schémas d'un réseau dans lequel la partie mobile correspond aux rampes porte-asperseurs.....	66
Figure 3 : Schémas d'un réseau avec asperseur montés sur tuyaux souples.....	67
Figure 4 : Système d'aspersion fixe.....	67
Figure 5 : système d'aspersion.....	67
Figure 6 : Canon d'irrigation.....	67

Figure 7 : Irrigation par pivot.....	68
Figure 8 : Ranger. Irrigation par avancement frontal.....	69

LES PANCHES

1 PLAN DU SITUATION DU PÉRIMÈTRE BENI SLIMANE (W.MEDEA)

2 SCHEMA D'AMENAGEMENT DE SECTEUR 2 DE PÉRIMÈTRE DE BENI SLIMANE (W.MEDEA)

3 PROJECTION DE RESEAU D'IRRIGATION D'UNE PARCELLE DE PÉRIMÈTRE DE BENI
SLIMANE
(W.MEDEA)

4 Profil en long du conduit principal CD.2.1 de périmètre Béni Slimane (W.MEDEA)

Introduction générale

L'activité économique de la région de Béni Slimane repose essentiellement sur l'agriculture (céréaliculture, élevage, etc.).

Le besoin de l'eau pour cette activité est très important au vue des données de l'ETP. Les moyennes mensuelles sur 23 ans le montre ci bien.

Dans les régions à vocation agricole, le bilan hydrique peut être considéré comme un bon indicateur des disponibilités en eau dont les plantes ont besoin pour se développer.

Les avantages de cette approche agro-climatique reposent sur la prise en compte simultanée de l'ensemble des facteurs atmosphériques responsables de la demande évapotranspiratoire (rayonnement solaire, température, humidité et vent) et sur l'intégration de l'influence du sol dont la réserve hydrique peut compenser, pour un temps, le déficit pluvial. Sachant que la qualité des productions végétales et animales dépend étroitement du climat et du sol, il apparaît nécessaire de quantifier le bilan hydrique pour avoir une idée sur les besoins en eau.

Les différentes méthodes d'irrigation ne sont liées particulièrement que sur leur coût, et leur choix dépend de la situation de chaque parcelle.

L'objectif de cette étude est de montrer l'importance de l'irrigation d'appoint et les potentialités hydriques existantes et d'encourager les agriculteurs à investir dans ce domaine.

Certes, le manque d'eau n'est pas le seul facteur contribuant dans l'amélioration du rendement, mais au vue des fluctuations parfois catastrophiques des rendements, et les potentialités hydriques de la zone, la seule alternative est de stabiliser ce facteur limitant.

INTRODUCTION :

L'existence en Algérie d'une grande variabilité des précipitations dans le temps et dans l'espace fait que beaucoup de cultures ne peuvent réussir sans le concours de l'irrigation. Cette irrégularité interannuelle dans l'espace et dans le temps se traduit souvent par l'obtention de faibles niveaux de rendement. Les rendements moyens sur les hautes plaines se situe entre 3 et 15 quintaux à l'hectare et exceptionnellement peut atteindre les 23 quintaux par hectare pour les meilleurs années pluviométriques, à l'exemple de l'année 1996/1997 dans la plaine de Beni slimane.

Devant cette situation et afin de palier à un éventuel déficit hydrique contraignant, le recours à l'irrigation d'appoint devient impératif.

En dehors de la céréaliculture soumise aux aléas pluviométriques d'automne et de printemps, pratiquement toutes les cultures nécessitent un appoint d'eau.

Ainsi la production végétale dépend de trois principaux facteurs énumérés ci-dessous:

Le climat : par ses paramètres, déterminera l'importance de ces appoints.

Les sols : en tant que qu'organes de stockages, de régulation et de distribution d'eau aux cultures sous forme de la réserve facilement utilisable (RFU).

Les cultures : qui ont des besoins spécifiques, occuperont les sols pendant des périodes plus ou moins longues.

Cet ordre servira de démarche logique dans les études d'irrigation d'appoint.

I. DESCRIPTION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE :

I.1 : Historique :

La wilaya de Médéa occupe une situation stratégique de gardienne des riches Plaines du Cheliff et de la Mitidja.

Cette position suscita déjà l'intérêt des Romains qui créèrent Lambadia sur ce site L'actuel Chef-lieu de la wilaya ainsi que Thanarsuma qui deviendra Berouaghia . Plus tard le prince Bologhine Ibn Ziri fonda Médéa qui deviendra durant la période Ottomane le siège du Beylek du Titteri ; avant d'être une des capitales de l'Emir AEK en 1873 puis un foyer important de lutte contre l'occupation Française.

Après l'indépendance en 1962 ellesgardent les mêmes noms Médéa et Berouaghia.

I.2 : Situation du périmètre d'étude :

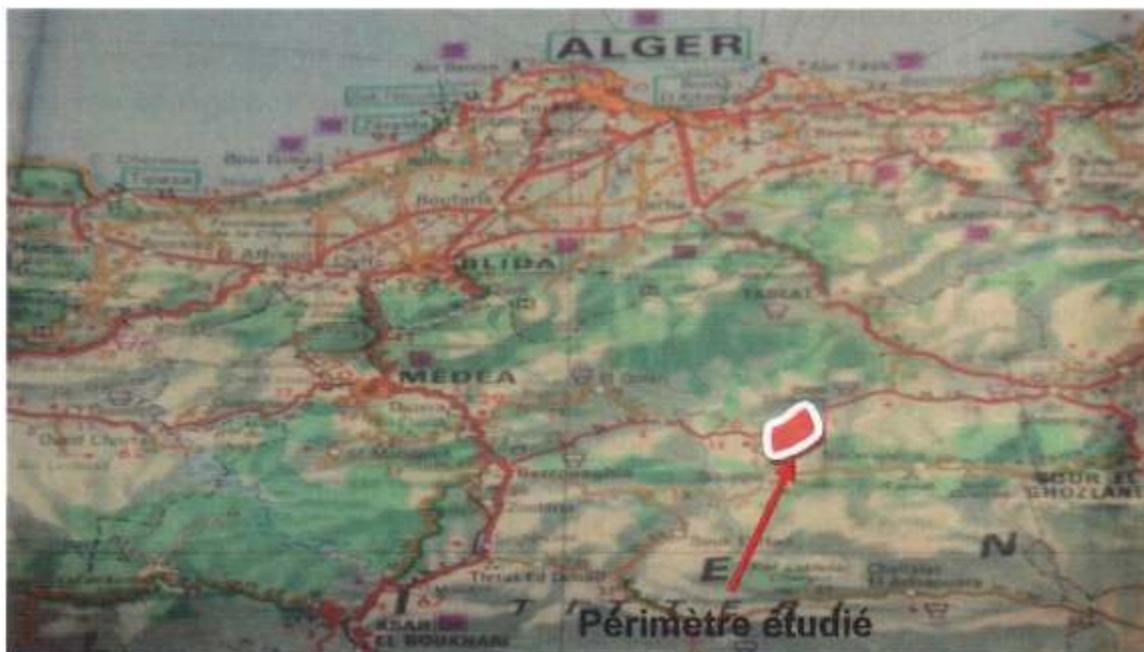


Fig1 .1Situation géographique du périmètre étudié (source DHW)

- La zone d'étude est située au sud -Est- du chef lieu de la daïra de Beni Slimane (W-Médéa) ; elle a pour limites :

♦ A l'Est pour une piste reliant Kheddachet à la route Nationale, traversant l'oueden passant entre le cimetière et le douar Meharzia ;

- ◆ A l'Ouest par le point topographique 616 à El M'tahib jusqu'à la route amenant de Sidi Slimane à Bouskène ;
- ◆ Au Nord par la route Nationale ;
- ◆ Au Sud par la piste reliant respectivement : Tegmount, Sidi Mohamed Rouaïghia – Goum Sidi Lakhdar – Sidi AEK Slam à la décharge publique.

Le périmètre d'étude, occupe la haute plaine des Arib (plaine d'Ain Bessem et de Béni Slimane) située entre l'atlas tellien au Nord et la chaîne montagneuse d'Aumale au Sud. La plaine de Béni Slimane se situe à une altitude maximum de 700m et un minimum de 510m, celle d'Ain Bessem, un maximum de 730m et un minimum de 560m. La plaine des Arib s'étend parallèlement de la chaîne montagneuse de l'atlas tellien et d'Aumale dans la direction Est- Ouest.

I.3 : Le Relief :

La région d'étude se situe dans partie amont du bassin de l'oued Isser, elle est située dans l'anticlinal des Arib. La plaine de Beni Slimane considérées comme le prolongement occidental de la dépression de le Soummam.

I.4 : Climatologie :

Les données météorologiques et climatologiques sont très importantes dans la planification et la gestion des activités de l'homme dont l'une des principales est l'agriculture.

L'homme a en effet très vite commencé à observer le temps pour ses différentes activités agricoles (semis, irrigation, récoltes etc.), puis il a réalisé que l'observation du temps seul ne suffisait pas à appréhender tous les problèmes posés à l'agriculture et à assurer son développement mais que l'utilisation des informations provenant de l'observation du temps d'une part, et de l'observation des plantes d'autre part, permettait de mieux canaliser les problèmes de l'agriculture.

L'agro météorologie, née de cet impératif utilise des informations provenant des observations simultanées du milieu physique et des phénomènes agricoles.

Elle permet de délimiter une région en différentes zones agro- pédoclimatiques spécifiques à telle ou telle spéculation agricole.

Dans ce qui suit nous présentons ces paramètres sur la base des données obtenues au niveau de la station de Beni Slimane qui, de par sa situation géographique, représente le mieux la région d'étude. Le climat est de type semi – aride, chaud en été, les

pluies varient annuellement entre 350mm et 500mm, c'est presque l'isohyète de la céréaliculture pluviale.

I.4.1 : Pluviométrie :

D'après le climat de l'Algérie de SELTZER, la région d'étude se trouve incluse entre les isohyètes 400 et 500 mm .La pluviométrie moyenne dans la plaine de Béni Slimane est de 400 mm / an.

Il faut souligner que 50 années de mesures climatologiques de Beni slimane, Ain boucif et Médéa ont montré que le taux de pluie a baissé durant la période allant de 1942 à 1990 (source ANRH).

Pour les 32 dernières années (1980-2011) les données de la station de Béni Slimane, indiquent une pluviométrie moyenne de 397,8 mm/an (source ONM).

Tableau N°I.1: Pluviométrie de la région de Béni Slimane

Mois	Sep	Oct.	Nov.	Déc	Jan	Fév	Ma	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû
Pmoy(m)	29.7	35.8	42.02	54.59	49.48	47.12	58.	37.7	37.86	9.54	6.18	9.05
h)	6	9	11	13	14	12	11	9	8	3	2	2
Nb de jour moyen	6	7	8	10	10	8	8	7	6	2	2	3

(ONM de Médéa)

Tableau N°I.2: pluies moyennes annuelles

Nom de la station	Code hydrologique	Pluies moy annuelles mm
Beni slimane	090327	397 ,8
Ain boucif	011105	362 ,1
Ain bessam	090221	453 ,3

On constate un écart pluviométrique moyen important entre la station de Béni Slimane et ceux de Ain bessam et Ain boucif, ceci s'explique par le fait que les trois stations se situent à des Altitudes et latitudes différentes.

La station de Ain bessem est en retrait vers le nord est .

La station de Ain boucif se situe plus au sud mais à une Altitude plus élevée (1200 m) d'où

l'importance de l'altitude dans le gradient des pluies.

1.4.2 :Températures

Le tableau ci-dessous montre que les températures de la région de Béni Slimane varient entre 2,7°C au mois Janvier qui est le mois le plus froid et 6,9 °C au mois de Novembre, la température moyenne des maxima mensuels dépasse 26°C durant les mois de Juin-Juillet et Août qui sont les plus chauds, durant cette période les besoins en eau des cultures sont élevés et nécessitent l'irrigation.

La moyenne des minima et des Maxima est de 6,5°C en Janvier et 26,5 au mois d'Août

Tableau N°I.3 : Répartition des températures moyennes mensuelles.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Tmax °C	13,2	14,9	18,4	20,6	25,9	26,4	36,7	36,5	30,0	19,4	18,1	14,1
Tmin °C	2,7	3,3	5,2	6,8	11,1	15,4	18,4	18,6	14,9	11,7	6,9	4,3
Tmoy °C	6,5	7,4	10,7	11,8	16,8	22,8	26,6	26,5	21,3	16,6	10,8	7,8

(ONM de Médéa)

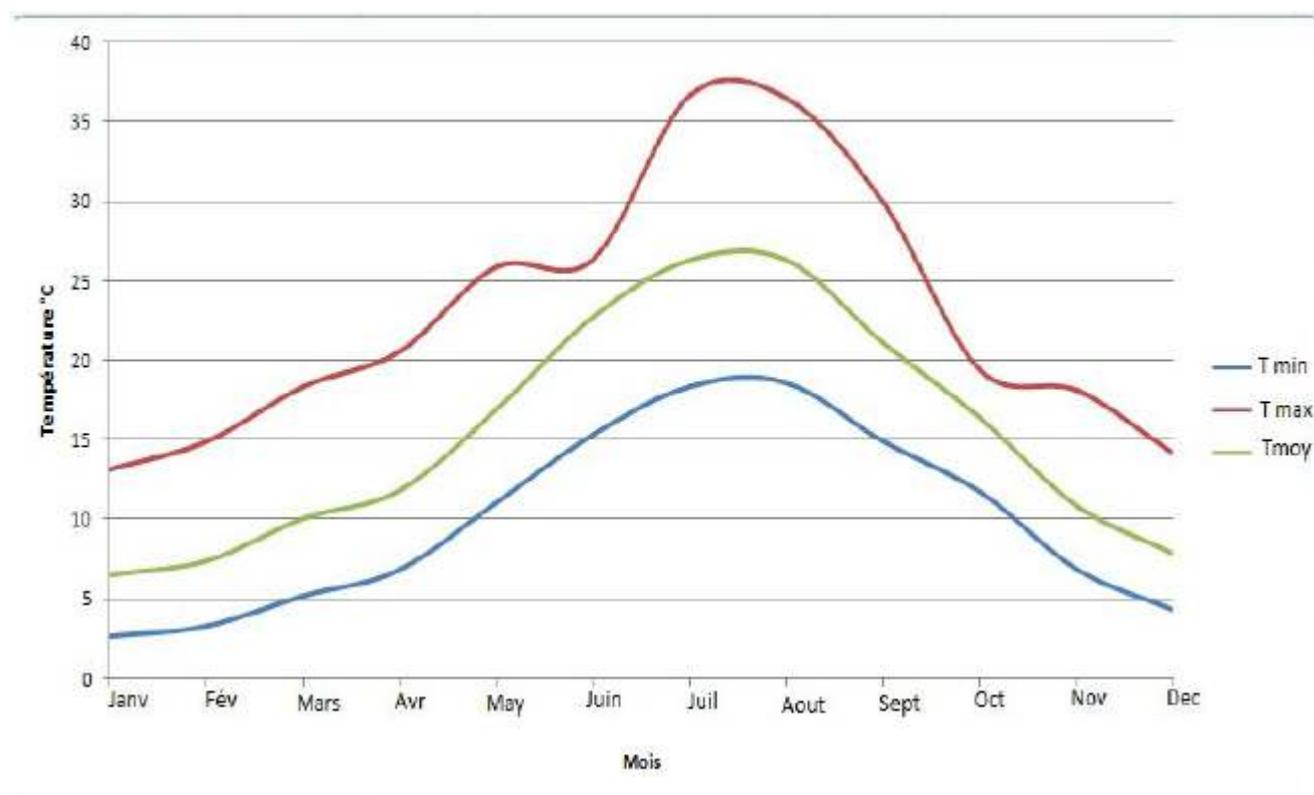


Figure n° = I. 2 Répartition des températures moyennes mensuelles à la station de Beni

Slimane.

I.4.3 :Climogramme de Gaussen

Le diagramme Ombro -thermique de Gaussen fourni une représentation plus concrète du climat au cours de l'année.

- Nous avons utilisés les moyennes mensuelles des précipitations et le double des températures moyennes calculées à la station de Beni Slimane pour donner un aperçu sur le début et la fin des pluies dans la région d'étude.

Les moyennes mensuelles de ces deux paramètres ont été calculées sur une même période d'observation allant de 1980 à 2011.

Tableau N°I-4 : précipitations et double des températures mensuelles

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pluie mm	49.8	47.1	38.1	37.7	37.8	9.5	6.8	9.5	29.7	35.8	42.2	54.9
2x Tempé	26,4	29,8	36,8	41,2	51,8	52,8	73,4	73	60	38,8	36,2	28,2

Figure n° = I. 3 Diagrammeombro-thermique de lastation de Beni Slimane

Ce diagramme donne un meilleur aperçu entre la saison humide et froide qui pratiquement concerne les mois allant de novembre à mars et la saison sèche qui va de mars à octobre. Cette répartition des pluies et des températures dans le temps indique la nécessité d'irriguer les cultures durant la période allant du mois d'mars au mois d'octobre.

I.4.4 : Les caractéristiques bioclimatiques :

I.4.4 .1 : Les indices climatiques:

Par indices, nous entendons une codification du climat par des formules dans le but de voir l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes. Ces formules se basent principalement sur deux facteurs essentiels :

Pluviométrie et température

Les indices les plus connus sont ceux de MARTONE (1926) et EMBERGER (1932)

a)- L'indice d'aridité de MARTONE :

Cet indice permet de préciser le degré de sécheresse de la région et par conséquent de renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation.

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

Avec : P : précipitation moyenne annuelle en (mm)

T : température moyenne annuelle en (°C)

I_A : indice d'aridité

Les limites des climats d'après l'indice climatique de MARTONNE sont donnée dans le tableau ci-dessous :

Tableau N° I.5 : Classification du climat selon DE MARTON

Valeur de I _A	Type de climat	Irrigation
I _A < 5	Désertique	Indispensable
5 < I _A < 10	Très sec	Indispensable
10 < I _A < 20	Sec	Souvent Indispensable
20 < I _A < 30	Relativement humide	Parfois utile
I _A > 30	Humide	Inutile

Pour : P = 397,8mm T = 15,37°C

I_A = 397,8 / (15,37 + 10) = 15,68

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 où l'irrigation est périodiquement indispensable.

b) Quotient pluviométrique d'EMBERGER :

Cet indice à pour but la détermination de l'étage bioclimatique :

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

Où Q : coefficient pluviométrique d'EMBERGER

P : précipitation moyenne annuelle en (mm)

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (en °K)

m : moyenne des minima du mois le plus froid (en °K)

Pour:

P = 397,8 mm ;

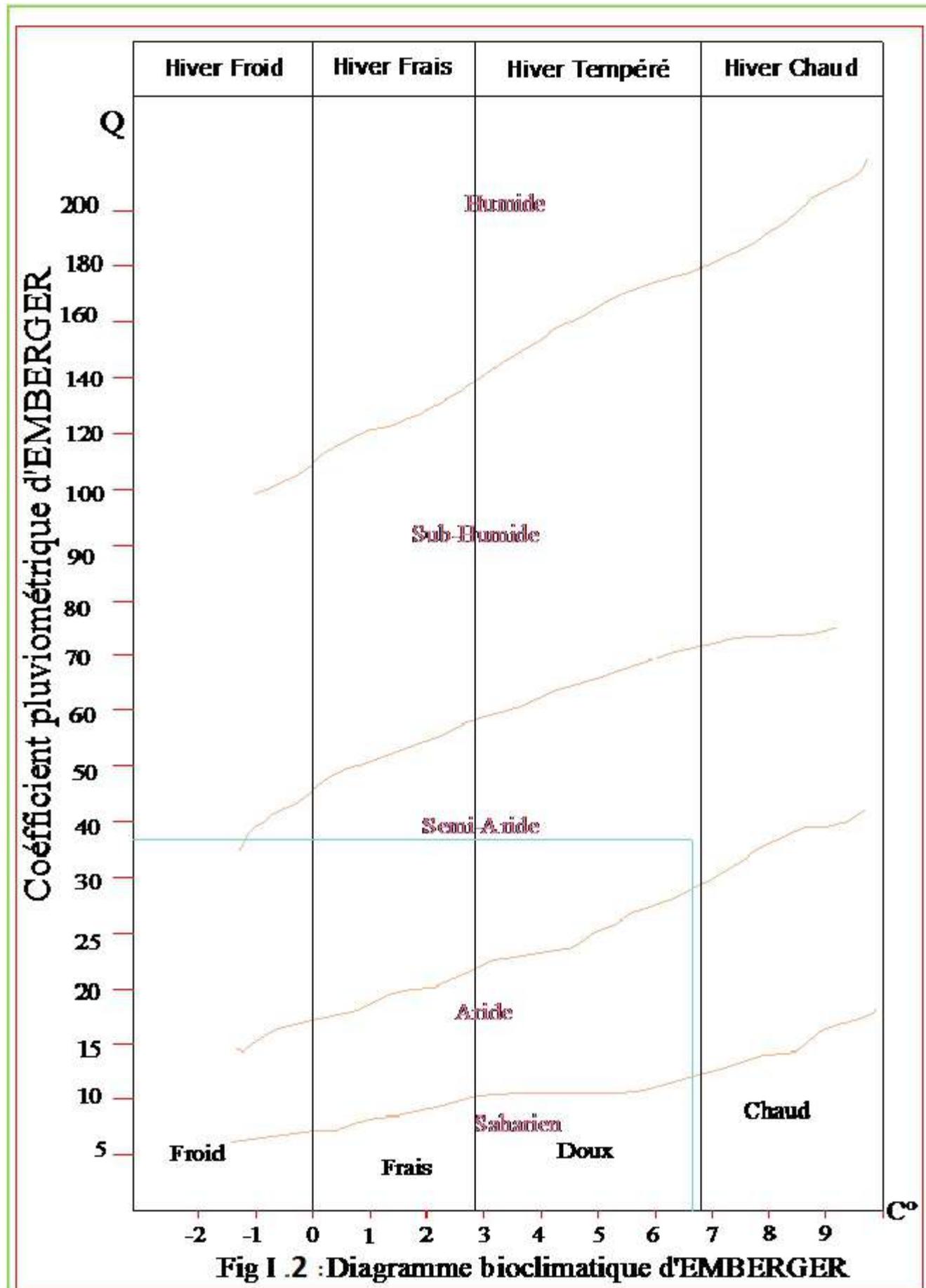
M = (36,7 + 273)°C ;

m = (2,7 + 273)°C

D'où $Q=39,97$

En portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique d'EMBERGER, (fig. 3), et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid, on peut confirmer que notre région se situe dans :

- L'étage bioclimatique : Semi-Aride
- Sous étage : Hiver tempéré.



D'après la valeur de l'indice d'aridité de « d'Emberger » la plaine de Beni Slimane se situe dans l'étage semi-aride.

I.5. Autres phénomènes climatiques :

Il existe d'autres phénomènes climatiques qui ont une influence directe sur les végétaux qui sont entre autres : la gelée, la neige, les orages, la grêle et le sirocco.

Ces phénomènes sont observés à la station météorologique de Beni Slimane sur une période de 21 ans.

Nous présentons le nombre de jours moyen de la gelée sur une période de 21 ans (1989-2010) obtenues à la station de Beni Slimane.

Il a été relevé le nombre de jours d'apparition par mois du phénomène observé. A ce titre les relevés effectués qui ont été examinés présentent la fréquence d'apparition du phénomène sur 21 ans

I.5.1 : Gelée

Ce paramètre est important dans le sens ou durant les périodes de gelée l'évapotranspiration de l'eau du sol est nulle.

La région de Beni Slimane la gelée est relativement importante durant les mois de décembre, janvier et février. Elle se manifeste plus pendant le mois de janvier avec un nombre moyen de jours de gelée égale à 10 ce qui équivaut au 1/3 du mois.

Tableau n°I.6 : Nombre de jours moyens de gelée à la station de Beni Slimane

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
Nombre	0	0	1	6	10	7	3	1	1	0	0	0

(ONM de Médéa)

I.5.2 : Grêle et Neige :

Nous disposons du nombre de jours de neige et de grêle de la station de Beni Slimane. La neige n'est pratiquement pas fréquente dans cette région. Elle a été observée au maximum 7 fois sur 21 ans au mois de février. Quelques jours (entre 3 et 6) de neige ont été observés, sur une période de 21 ans, au mois de décembre, janvier et mars.

La grêle : est rare dans la région. Toutefois, le mois de septembre est celui où on a enregistré le plus de grêle (09 jours sur une période de 21 ans).

La grêle peut tomber à n'importe quel mois et causer un dégât considérable aux fruits et cultures. Le nombre moyen de jour de grêle par an est de 1,91.

Tableau n°I.7: Nombre de jours de neige et grêle sur 20 ans

à la station de Beni Slimane

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
Neige	0	0	0	5	6	7	3	0	0	0	0	0
Grêle	9	1	0	2	1	2	2	2	2	1	1	0

(ONM de Médéa)

I.5.3 : Les Orages

La période des orages est un élément à considérer au même titre que les autres paramètres climatiques de la région, la connaissance des périodes permet de prévoir et de prendre des mesures adéquates pour la protection des ouvrages du périmètre et le semi des cultures.

Tableau N°I .8 :Nombre moyen des jours d'orages

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Jours	1,3	0,7	0,3	1,2	3,9	2,6	1,3	3,5	2,8	3,4	0,7	0,7	22,4
%	5,8	3,1	1,3	5,4	17,4	11,6	5,8	15,6	12,5	15,2	3,1	3,1	100

(ONM de Médéa)

I.5.4 :Evapotranspiration Potentielle (ETP)

C'est un élément indispensable aussi bien pour l'agronome pour le calcul des besoins en eau des cultures, qu'à l'hydraulicien ou l'hydrologue, il met en jeu : le sol, le climat et la plante.

Les valeurs de l'ETP de la région de Béni Slimane, portées sur le tableau ci-dessous sont le résultat d'une étude réalisée par l'ANRH qui a permis l'élaboration de la carte des ETP de l'Algérie avec la méthode de Penman.

Tableau N°I.9 :Evapotranspiration potentielle mensuelle (ETP)

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
ETP M	145,7	95,8	52,7	36,1	39,9	52,5	90,5	123,2	169,1	209,3	235,9	216,6

L'ETP est très intense dans la région, accentuée par les effets du vent qui est fréquent presque toute l'année.

Le minimum se situe au mois de Janvier avec un taux de 39.9 mm et un maximum au mois de Juillet, cette évapotranspiration annuelle de 1467.35mm représente plus de trois fois la moyenne annuelle des précipitations ce qui implique la nécessité de l'irrigation.

I.5.5 :Le Sirocco

En raison des propriétés que peut avoir le vent sec et chaud sur le pouvoir évaporant de l'air il est bon de signaler sa présence. les siroccos sont fréquents dans la région. En moyenne, on enregistre de 3 à 4 jours de sirocco durant la période juin — octobre.

Tableau n°I.10 : Nombre de jours moyens de sirocco à la station de Beni Slimane

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
Nombre de joursmoyen	3,40	2,55	0,10	0,25	0,55	0,20	1,15	0,75	1,70	2,85	3,45	3,85

(ONM de Médéa)

I.5.6 : Les vents

C'est un facteur déterminant pour le choix du système d'irrigation. les valeurs ci- dessous représente la vitesse moyenne du vent

Tableau I.11 : vitesse du vent moyenne

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû
vitesse du vent (m /s)	3,45	3,44	3,6	3,76	3,22	3,09	2,84	2,9	3,08	3,19	3,53	3,48

(ONM de Médéa)

Nous avons obtenu les directions des vents observées à cette station.

Les vents à la station de Beni Slimane ont une direction dominante ouest .les mois d'été (juillet, août) et septembre, les vents sont de direction Nord-Ouest.

En avril, mai et juin on note que les vents sont de direction Ouest, Nord et Es

I.5.7 :L'Humidité relative

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

Les données d'humidité relative mensuelles moyennes des différentes stations de la région sont présentées au tableau :

Tableau I .12 : Humidité relative à la station de Médéa

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Humidité	80,13	75	73,38	69,75	65,75	55	43,83	49,25	61,33	68,88	77,29	81,79

(ONM de Médéa)

On constate que l'humidité relative dans la région est de 80 ,13% en janvier, elle atteint 73,38% au mois de mars, elle décroît en avril 69 ,75%, à juillet 43,83%.

I.5.8 : L'insolation

Les valeurs mensuelles moyennes d'insolations en heure sont présentées au tableau.

Le nombre d'heures d'ensoleillement dans Beni Sliman /

Tableau I .13 : Humidité relative à la station de Médéa

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
L'inso-lation	160,04	175,83	220,61	235,43	287,04	330,13	353,65	331	258,96	224,3	162,87	142,96

(ONM de Médéa)

Conclusion :

Sur la base de l'étude du climat nous pouvons conclure que la zone d'étude se caractérise par :

Une faible pluviométrie (« 397,8mm).

Un climat semi-aride à hiver frais.

Une période sèche s'étalant du mois de mai au mois de septembre.

La durée pendant laquelle souffle le sirocco est Juillet – Aout.

Une évaporation intense.

Le climat représente par conséquent une contrainte réelle au développement de l'agriculture dans la zone d'études et confirme la nécessité l'irrigation pour satisfaire les besoins en eau des cultures.

II.1. Ressource en sol :

Introduction :

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

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

La principale classification pédologique en usage par les pédologues en Algérie est inspirée de la classification française — travaux de la commission de pédologie et de Cartographie des sols de France (C.P.C.S), édition de 1967.

D'Un niveau supérieur défini sur la base de critères pédo-génétiques groupant les unités majeures : classe, sous classe, groupe, sous-groupe, éventuellement faciès ;

> Un niveau inférieur qui détermine les unités mineures : familles, et séries, en relation avec l'origine et la composition du matériel parental.

II .1.1: Classification et caractères morphologique des sols

La classification des sols utilisée est basée essentiellement sur les caractères morphogénétiques. La classification est conçue comme un système de référence qui permet d'ordonner les sols décrits dans une étude et les unités d'une carte suivant un plan commun. Cette classification comprend deux unités

- > Unités majeures : Classe - Sous classe - Groupe - Sous-groupe.
- > Unités mineures: Famille- Série- Type-

A travers les unités majeures on arrive à fixer la filiation génétique d'un sol ou sa pédogenèse

(le climat, les différents remaniements et organisations des couches terrestres, les diverses altérations géologiques constituent).

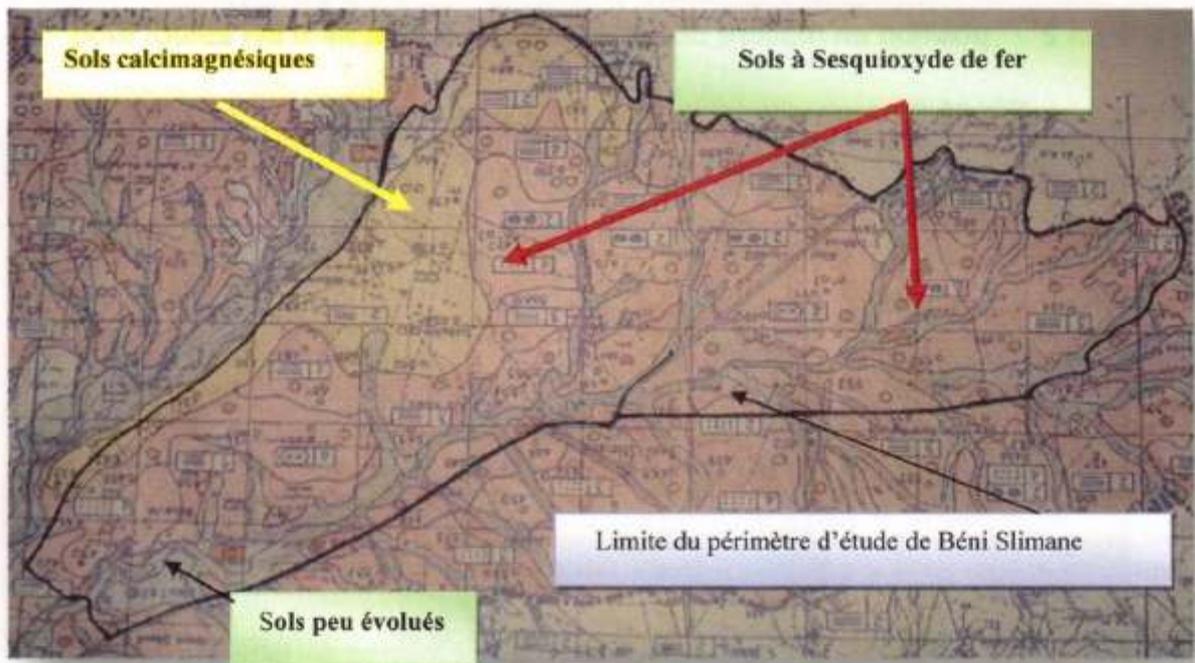
La physionomie d'un sol est déterminée par les unités mineures (famille, série, type et phase) la famille indique la nature du matériau sous adjacent au sol proprement dit.

La série indique la profondeur du sol au-dessus de ce matériau ; suivant la valeur de cette profondeur on aura des sols profonds (plus de 80cm), des sols moyennement

profonds compris entre 50 et 80cm), et des sols peu profonds dont la profondeur est inférieure à 50cm.

Le type intervient avec la texture de l'horizon supérieur (ex : type Argilo Limoneuse). La prospection pédologique confrontée aux résultats analytiques des sols a permis de mettre en évidence 03 classes de sols réparties comme suit :

- Classe des sols peu évolués ;
- Classe des sols calcimagnésiques ;
- Classe des sols à sesquioxyde de fer



II Figure II.1: Extrait de la carte pédologique au 1/50.000ème de l'étude De la plaine de Béni Slimane- Arifs (ANRH- Année 1976)

.1.2 : DESCRIPTION DES PRINCIPAUX SOLS ET LEUR REPARTITION :

II.1.2.1 : CLASSE DES SOLS PEU EVOLUES:

Les sols peu évolués de type AC sont formés d'un horizon humifère reposant directement sur le matériau d'altération ou sur les alluvions d'apport, il s'agit donc d'une matière peu altérée, les sols sont peu différenciés.

La faible teneur en matière organique des sols décrits est liée aux matériaux de

dépôts récents.

Les sols sont riches en éléments fins ce qui leur incombe la texture fine, la teneur en calcaire total et actif est moyenne et la structure est faiblement développée dans l'horizon de surface.

Il a été distingué :

- **La sous-classe** ; sols d'apport non climatique
- **groupe** : d'apport alluvial,
- **sous groupe** : modal,
- **sous groupe** : Vertique.
- **groupe** : d'apport colluvial,
- **sous groupe** : modal

Les sols de cette classe sont localisés dans le cône d'épandage de l'oued Benloulouet les chaâbets situé dans la partie nord de la zone étudiée.

Ils occupent une superficie de : **452,06 ha (17,11% de la surface totale de la zone étudiée)**

Ces sols peu évolués appartiennent à la sous-classe des sols d'origine non climatique. L'étude de terrain a permis de distinguer le groupe suivant :

Groupe des sols peu évolués d'apport Alluvial

Ces sols présentent les caractères généraux suivants :

Faible différenciation du profil.

Altérations minérales réduites.

Structure mal individualisée, peu développée généralement.

Grande porosité et bonne aération superficielle.

Une texture fine - est presque commune à ce type de sol.

Al Sous-groupe : Modal

Ces sols ne présentant pas de caractères spécifiques secondaires (absence de salinité, de caractères hydro morphes) appartiennent au sous-groupe : **modal**

Au niveau inférieur de la classification les sols décrits se différencient au niveau de la famille et surtout du type, lequel est déterminé par la texture de l'horizon supérieur.

Suivant le matériau sur lequel ces sols reposent, on distingue les familles suivantes

- > Sols sur alluvions fines.

> Sols sur alluvions de l'oued Benloulou.

Ces sols peu évolués modaux occupent une superficie de: **326,14 ha (12,34%)**.

II.1.2.1.1: DESCRIPTION DU PROFIL

Sols peu évolués- d'apport non climatique- d'apport alluvial- modal- sur alluvions récents- profond- limono argileux.

0-40cm : Horizon brun (10 YR 4/2) — frais- texture Limono Argileuse à Argilo Limoneuse- structure grumeleuse- porosité très bonne- bon enracinement et bien répartie- activité biologique assez bonne- non adhésive- cohésion faible- transition graduelle et peu distincte- Hcl +

40-60cm: Horizon brun (10 YR 4/4) — texture Argilo Limoneuse- structure polyédrique grossière — sous structure polyédrique fin - porosité - activité biologique assez bonne- consistance dure- cohésion assez forte- quelques cailloux roulés- Limite inférieure nette- Hcl +

60- 90cm : Niveau caillouteux cimenté avec une texture Argilo Sableuse

90cm< : graviers

Tableau –II-1 Granulométrie et matière organique :

Horizon	Granulométrie					Matières Organiques			
	A	Lf	Lg	Sf					
0-40	36	18,5	22	16	7	0,30	1,79	1,79	14
40 – 60	45	18	18	12	7	0,27	1,62	1,62	16
60- 90	Niveau caillouteux+ texture Argilo Sableuse								
90<	Graviers								

Le tableau ci-dessus montre que le taux d'argile varie entre 36% en surface et 45% dans le deuxième horizon, soit une moyenne de 40,5%, le taux de Lf+Lg varie de 40,5% en surface à 36 % au deuxième horizon.

Les résultats analytiques du profil nous indiquent que les horizons sont très pauvres en matières humifères dont le taux varie entre 0,30% en surface et 0,27% en profondeur, ce qui influe considérablement sur les rendements agricoles et pour corriger cette défaillance, un recours en amendement organique est nécessaire.

Le faible taux de calcaire total et actif, insignifiant et sans effets sur les cultures peut être dû au lessivage du calcium ou du transport par les eaux de l'oued, d'éléments non calcaires.

La salinité exprimée par la conductivité électrique est insignifiante.

à réaction du sol est faiblement alcaline (ph compris entre 8,1 et 8,2)

Tableau –II-2 : Réserves minérales

Horizo	Caco total en %	Caco actif en %	P2O5 assimilables	PH	C E mmhos/cm
0-40	2.8	0.25	15.1	8.2	0.11
40-60	2.8	0.62	15.1	8.11	0.14
60-90	Niveau caillouteux + texture argilo sableuse				

II.1.2.1.2 : PROPRIETES AGRONOMIQUES DES SOLS PEU EVOLUES :

Les sols caractérisés par les sols peu évolués modaux conviennent aux cultures céréalières fourragères et maraichères, l'arboriculture doit être sélectif à cause de la texture fine.

Les sols reposant sur des alluvions argileuses et à mauvaise structure en profondeur, principalement les sols peu évolués à caractères vertiques (la structure de surface est grumeleuse à polyédrique fine à cause des labours fréquents et grossière dans le deuxième horizon), conviennent aux céréales.

Ils sont de qualité moyenne pour les cultures industrielles et maraichères adaptées aux textures fines.

Les sols de texture fine sans présence de niveaux militants conviennent pour toutes les cultures céréalières, maraichères et arboricoles possibles sous le climat de la région.

Les sols peu évolués vertiques sont moyens pour : l'arboriculture (arbres à noyaux-vigne..), céréalières, fourragères et maraichères, les cultures industrielles seront choisies en fonction de leur adaptation aux textures fines.

Sur ces sols à texture fine le système d'irrigation à préconiser est l'aspersion pour les cultures maraichères et le goutte à goutte pour les cultures arboricoles.

Afin d'améliorer les qualités physiques et rehausser le degré de fertilité de ces sols pauvres, on conseille des apports fréquents de matière organique (fumier) et minérale pour l'enrichissement du sol.

En ce qui concerne les inondations par endroit, après les fortes pluies, il y a lieu de

prévoir des moyens de défense en installant des canaux évacuateurs d'eau.

Pour les sols à texture argileuse en profondeur, il faut surveiller les irrigations à cause de la mauvaise circulation de l'eau et des risques d'engorgement des sols. Des labours profonds sont vivement conseillé.

II.1.2.2: CLASSE DES SOLS CALCIMAGNESIQUES :

Les sols Calcimagnésiques constituent la catégorie de sols la moins représentative dans la zone d'étude, ils sont localisés à l'Est du périmètre et sont constitués par une seule sous classe : sols carbonatés et un seul sous-groupe des rendzines modales.

Sous classe des sols carbonatés : possédant plus que des traces de carbonates dans la terre fine dans l'horizon A .Le **PH** est supérieur à 7.

Dans cette sous classe un seul groupe a été décrit :

Groupe : Rendzines

Sous-groupe : modales

Ce sont des sols des glacis à croûte et encroûtement calcaire plus ou moins dure presque le long de la limite Est du périmètre étudié et de petites superficies isolées.

Ces sols occupent une superficie de : **472,07 ha (17,87%)**

Les sols appartenant au groupe des rendzines sont caractérisés par un profil peu épais, de type AC ou AR, sans horizon B. Leur profondeur oscille autour de 25 à 40 cm en moyenne .Leur structure est polyédrique fine à grumeleuse.

La surface des sols est souvent parsemée de très nombreux débris de croûte, lesquels se retrouvent aussi dans le profil à des taux supérieurs à 30 %.

La porosité des sols est très bonne .Leur texture est variable et est de type limono - argileuse, Argilo Limoneuse ou argileuse.

II.1.2.2.1 : DESCRIPTION DE PROPHIL

Sols calcimagnésiques-carbonatés- Rendzines- modales- sur croûte- peu profond Argilo Limoneux

Tableau –II-3- Réserves minérales

Horizon	Caco3 total en %	Caco3 actif en %	P2O5 assimilables	PH	C E mmhos/cm
0-30	18	11,75	4,75	8,13	0,18

Tableau –II-4- Granulométrie et matière organique

Horizons cm	Granulométrie (%).					Matière organique (%).			
	A	Lf	Lf	Sf	Sg	Mo	C	N	C/N
0-30	50	22,5	15,7	9,1	2,4	0,27	1,62	0,07	23

II.1.2.2.2 : PROPRIETES AGRONOMIQUES DES RENDZINES :

Les sols du groupe des rendzines présentent assez souvent une apparence squelettique et en dépit de leur excellente aération liée à une structure en générale très stable, ils présentent de nombreux défauts qui contraignent le développement des racines des plantes (faible profondeur d'enracinement, charge caillouteuse élevée, présence de croûte et encroûtement qui sont un facteur limitant pour le développement des racines).

Les rendzines étant très superficielles et caillouteuses, constituent souvent, un milieu sec où les réserves d'eau sont insuffisantes.

De plus l'abondance des cailloux et débris de croûte, rend le travail du sol souvent difficile.

Ces sols squelettiques non irrigables sont à réserver aux cultures en sec.

II.1.2.3: Classe des sols à sesquioxyde de fer :

Cette classe est la plus représentative des sols étudiés elle porte sur une superficie de 1494.21 ha ou 56.55 %, elle est définie par le développement de profil du type A-B-C ou A-(B)-C.

Les sous groupes sont définis en fonction de l'apparition de caractères secondaires :

- ◆ Sol rouge avec (ou plus rarement sans) horizon CCa ; modaux
 - ◆ Sol rouge à caractère vertiques
 - ◆ Sol rouge recalcarifié

a) les sols rouges modaux :

Les sols rouges modaux largement représentés sont développés principalement sur des matériaux rubéfiés, mais également sur des dépôts de

Quartz et argiles schisteuses, ils se caractérisent par :

- ◆ Des horizons supérieurs complètement décalcifiés
- ◆ Une couleur rouge (2.5 YR Ou 5 YR) dans l'ensemble du profil
- ◆ Une structure polyédrique fine ou grumeleuse à développement fort, souvent associée à une structure à tendance cubique dans l'horizon B structural ; les agrégats présentent des revêtements luisants très distinctes.
- ◆ Une accumulation de calcaire à la base du profil.

Les sols rouges à accumulation calcaire reposent toujours sur « limon » moulouyen dont ils se distinguent par la présence d'inclusions caillouteuses en proportion plus ou moins importantes. Ce sous groupe occupe une superficie de : 445.56 ha ou 16.86%

Tableau –II-5- Granulométrie et matière organique

Horizons Cm	Granulométrie (%).					Matière organique (%).			
	A	Lf	Lf	Sf	Sg	Mo	C	N	C/N
0-50	57	10	16.2	15.2	1.3	0.33	1.96	0.13	15
50-80	66.5	8.5	14.1	9.7	1.2	0.27	1.62	0.1	16
80-140	71	4.5	16.6	7.4	0.7	0.25	1.46	0.12	12

Tableau –II-6- Réserves minérales

Horizon	Caco3 total	h Caco3 actif	h P2O5assimila	PH	C E mmhos/cm
0-50	% 2,8	% ---	es 27,66	8,2	0,22
50-80	2,8	---	---	7,4	0,18
80-140	2,4	---	---	7,4	0,17

Le profil des sols est vivement coloré en rouge surtout dans l'horizon B : brun rougeâtre ou rougeâtre (2,5 YR 4/6 ou 5 YR 5/4) selon le code Munsell.

Les sols rouges du sous-groupe modal décrit présentent une structure arrondie à grumeleuse en surface et polyédrique fine bien individualisée en profondeur.

La texture générale de ces sols est argilo limoneuse, argileuse à très argileuse ce qui est un handicap pour les spéculations supportant mal les textures fines et très fine.

il en résulte que la texture est argileuse en surface (horizon de labour d'une profondeur de 50 cm dont le taux d'argile est de 57%) et très fine en profondeur (taux d'argile 66,5 et 71%).

Le calcaire total est faible (2,4 à 2,8%) et nul pour le calcaire actif.

Le pH varie de 7,40 à 8,10 en profondeur (moyenne pour tout le profil : 7,4 à 8,2).

La matière organique très faible est respectivement de l'ordre de : 0,33 - 0,27 - 0,25.

Le C/N satisfaisant en profondeur (12) est légèrement élevé en surface.

La teneur en P_2O_5 , en surface (0-50 cm), est très faible, en profondeur, des traces, d'où la nécessité d'apport d'engrais minéraux.

L'analyse a fait ressortir une conductivité très faible sinon insignifiante et sans effets pour les cultures agricoles.

Zones homogènes de mise en valeur

Ce sont les sols qui présentent les mêmes aptitudes aux cultures irrigués et les mêmes problèmes d'aménagement.

Les principaux facteurs qui ont permis le regroupement des sols en zones homogènes de mise en valeur sont : la profondeur des sols – la texture globale du profil – la salinité – le taux de présence d'éléments grossiers – la teneur en calcaire actif – la présence ou non de nappe à faible profondeur.

ZONE -1- : zone de mise en valeur prioritaire à sols aptes à toutes les cultures, aptitude généralement bonnes, ne présentant pas de problèmes majeurs de mise en valeur à part un amendement organique –minérale et des labours profonds .ces sols sont situés généralement dans la vallée de l'oued, partie basse du périmètre d'étude .superficie 150.44 ha ou 5.69 %.

ZONE -2- : zone en général à sol profond et moyennement profond

de texture fine , principalement le long du cône d'épandage .aptitude bonne pour les cultures céréales et fourragères et moyenne aux cultures adaptées aux textures fines : les cultures arboricoles , maraîchères et industrielles .

Ces sols nécessitent des labours profonds, des amendements organiques et minéraux. L'irrigation par aspersion est conseillée .superficie 113.88 ha ou 4.31%

ZONE -3- : zones à sols moyennement profonds avec comme aménagement principal ; (épierrage et assainissement du surface par endroits à cause de la texture très fine) .aptitude bonnes et moyennes aux cultures céréales , fourragères et maraîchères adaptées aux textures fines .superficie 1495.83 ha ou 56.62%

ZONE -4- : zones inaptées à l'irrigation à cause de la présence de croûte et d'encroûtement à faible profondeur (rendzines) et sols rouges peu profond .superficie 658.19 ha ou 24.91 %.

ZONE -5- : zones urbaines, cimetières, oueds etc. Superficie 223.73 ha ou 8.47%.

II.1.3 : Caractéristiques hydrodynamiques des sols.**II.1.3.1 : Perméabilité :**

La connaissance de la perméabilité est très importante, car elle module des travaux d'aménagement important.

Les valeurs obtenues (tableau n°= II-3-) pour le périmètre indiquent une perméabilité comprise entre 3.7 et 9.6 cm/h, ce qui placent ces sols, de texture argileuse dans la classe des sols moyennement perméable.

Tableau –II-7- Perméabilité des sols (cm/h)

Station N °	Essai-1-	Essai -2-	Essai-3-
3	8.45	6.00	7.2
5	4.50	5.40	4.95
38	8.33	9.00	8.66
51	6.04	8.58	7.31
59	6.30	6.0	6.15
62	5.88	5.40	5.64
70	4.50	6.0	5.25
73	7.33	9.33	8.33
83	9.45	8.33	8.89
85	7.20	6.40	6.8
102	4.50	3.00	3.75
122	8.25	9.60	8.92

(ONID 2007).

II.1.3.2 : La conductivité hydraulique :

La conductivité hydraulique est une propriété nécessaire à connaître, pour le calage des réseaux de drainage, la conductivité hydraulique mesurée sur le périmètre a donné des valeurs comprises entre 0.1-0.5 m/j (drainage imparfait), 0.5-1.0 m/j (drainage modéré) et les valeurs supérieures à 1.0 m/j (drainage bon).

II.1.3.3: La porosité :

La porosité qui présente le volume des vides par rapport aux volume totale du

sol; Des essais faits indiquent que la densité apparente des profils est comprise entre 1.30-1.60 et la densité réelle est comprise entre 2.37-2.56 d'où une porosité de: 36-49%.

II.2 Ressources en eau :

II.2.1 Eaux de surface :

Le périmètre étudié fait partie du bassin hydrographique de la Soummam, il est drainé par plusieurs oueds dont le plus important est l'oued Ben loulou dont le débit est variable suivant les saisons, son écoulement est presque permanent avec un faible débit.



Figure II.2: Situation de l'oued Ben loulou par rapport au périmètre

Cet oued qui court le long de la zone d'étude dans sa partie Nord, est alimenté en période pluvieuse par les écoulements de plusieurs chaâbets, dont les plus importantes sont celles de Matreg et Meharzia qui descendent des hauteurs de la limite Nord du périmètre d'étude et ceux de Loualouia, Snoubria, Faid el Akehal, Erressane et l'oued Boudra qui traversent le périmètre des versants Sud au Nord et Nord Est. Ces oueds et chaâbets jouent le rôle de drain pour les sols à texture fine et très fine de la région.

La grande variabilité des pluies mensuelles et inter mensuelles sont la cause d'une mauvaise répartition des besoins en eau des céréales et principalement durant les mois

du printemps et la période des semis. Nous avons jugé nécessaire à travers cette étude de quantifier les déficits par le bilan hydrique durant la période : 1980-2011 années agronomiques. Ce travail nous permettra de dimensionner le réservoir ou les réservoirs qui permettront de stocker, durant la même saison, les eaux d'écoulement du mois de septembre au mois de mai. Cette eau de stockage servira pour l'irrigation en période de déficit. Les différents réservoirs sont :

Retenues collinaires

Les retenues collinaires stockent pendant la saison pluvieuse les eaux de ruissellement du bassin versant amont pour alimenter l'irrigation pendant la période estivale.

En général elles concernent la réception des ruissellements de surface variant de quelques dizaines à quelques milliers d'hectares. La retenue collinaire est toujours construite en terre argileuse compactée. Le stock d'eau est utilisé par un seul agriculteur ou par un groupement constitué de quelques exploitants.

I Ouvrages de dérivation

Ces barrages n'ont aucun rôle de retenue d'eau. Leur seule fonction est de dériver les eaux, soit celles de cours d'eau pérennes, soit celles de cours d'eau temporaire pour les envoyer dans des canaux.

De tels barrages peuvent être rudimentaires et de petite taille ; on parle alors de prise au fil de l'eau. Ils existent depuis longtemps dans le bassin méditerranéen et leur nombre est considérable. De nos jours, ils peuvent prendre les dimensions de véritables ouvrages d'art s'ils sont installés dans de très grands oueds.

II.2.2 : Estimation des apports du bassin de l'oued Mellah

Le bassin versant de l'oued Mellah est jaugé par la station hydrométrique de Beni Slimane (090305). Cette station fait partie du réseau d'observation hydro-climatologique de l'ANRH.

Tableau II .8 : station hydrométrique de Beni Slimane

Nom de la station	Code	X Lambert Km	Y Lambert Km	Nom de l'oued	Superficie km ²
Beni Slimane	090503	557 ,5	322 .25	Mellah Est	275

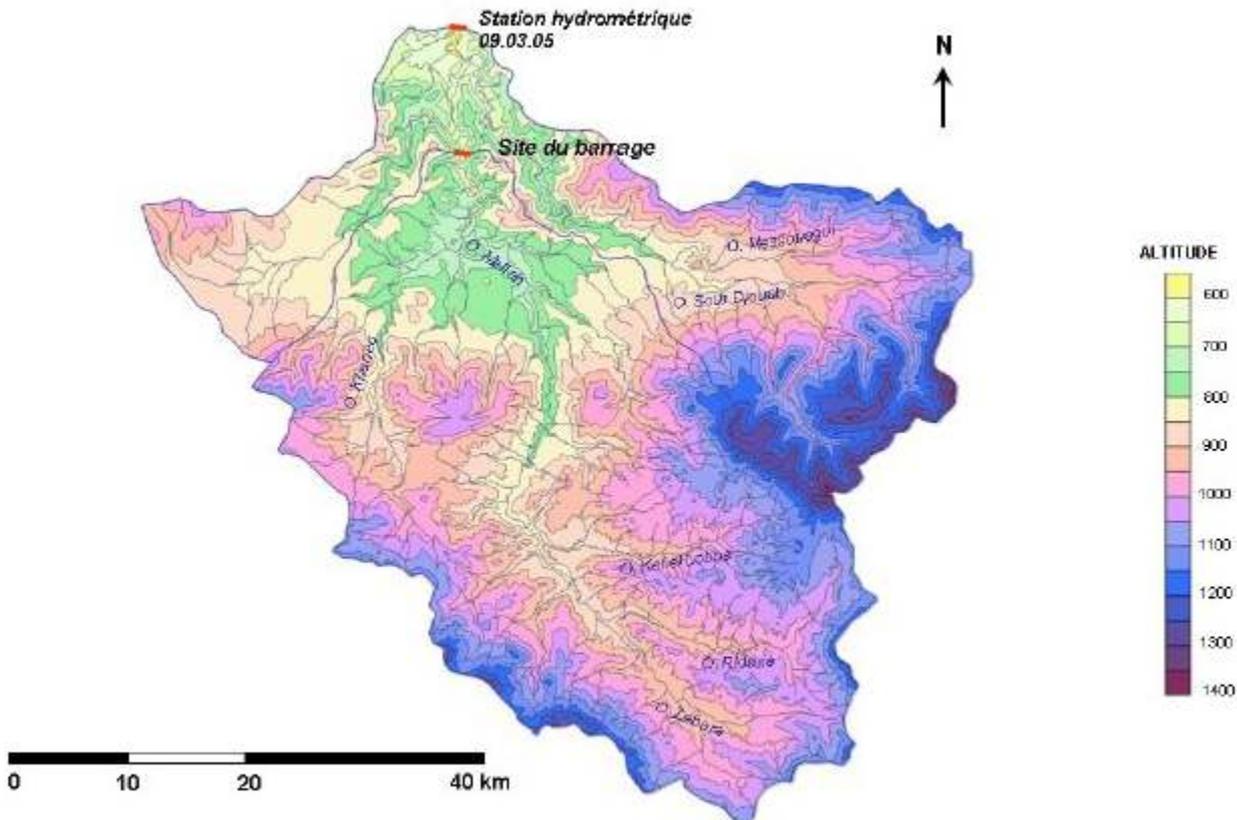


Figure II.3 – Topographie des bassins versants de Beni Slimane.

II.2.3 : CARACTERISATION PHYSIQUE DU BASSIN VERSANT

Le bassin versant de Beni Slimane a une forme allongée, avec un indice de compacité de Gravelius égal à 1,3. Le rectangle équivalent a 24,2 km de longueur et 7,3 km de largeur.

Les principales caractéristiques morpho métriques de deux bassins (Retenue set station Hydrométrique) sont indiquées dans suivant.

Tableau II.9 – Caractéristiques morphométriques des bassins versants.

Paramètre	Unité	Beni Slimane Retenues	Beni Slimane (09.03.05)
Superficie du bassin	km ²	176	275
Altitude moyenne	m	935	940
Altitude maximale	m	1370	1392
Altitude minimale	m	656,5	590
Pente moyenne bassin	m/km	~21,3%	~ 21,2%
Longueur de l'oued principal	km	31	38
Pente moyenne de l'oued principal	m/km	22,8	21,0

II.2.4 : Estimation des apports à la station hydrométrique

Il s'agit dans cette partie d'estimer les apports mensuels à partir de la précipitation mensuelle observée à la station pluviométrique de Beni Slimane pour les périodes 1980-2011. De nombreuses estimations des apports, existent en Algérie, quelques-unes entre elles sont employées pour approcher au mieux la valeur de l'apport moyen annuel.

Formule de SAMIE

$$Le = (P) \left(293 - 2.2 \sqrt{S} \right)$$

$$A = Le * S$$

Où:

P : précipitation moyenne interannuelles en mm ; P= 570mm

S : Superficie du Bassin versant. En Km² ;

Formule de Turc

Cette formule établie à partir des observations faites sur 254 bassins versants situés sous tous les climats du globe, donne le déficit d'écoulement D.

$$A = Le * S$$

$$Le = P - \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

$$L = 300 + 25 To + 0,05 To^3$$

Avec :

P : précipitation moyenne annuelle ; en mm, (P= 397,9 mm)

To : Température moyenne dans la zone d'étude, ($T_o = 15,37^\circ \text{C}$)

Formule de l'ANRH (Sogreah 1986/89)

$$Le = 720 * \left(\frac{P - 150}{1000} \right)^{1.85}$$

$$A = Le * S$$

Où :

A: Apport moyen annuel en Hm³

P : précipitation moyenne annuelle ; en mm

Tableau II. 10 : Synthèse des résultats de calcul de l'apport moyen annuel

Méthode ou Formule	Lame écoulée Le (mm)
SAMIE	41,74
TURC	20,41
L'ANRH	54,54

D) -Coefficient de l'écoulement:

Il est donné par : $C_e = Le / P_{moy}$

$$C_e = 0,14$$

Tableau. II.11 : apports mensuels obtenus pour la période 1980-2011

Année	sept	oct	nov	déc	Janv	fevr	mars	avr	mai	juin	juil	août	Annuel
1980	0,18	0,43	0,94	3,04	0,27	0,83	0,49	0,59	0,12	0,07	0,02	0,07	7,67
1981	0,00	0,68	0,21	1,96	1,96	1,02	0,58	0,58	1,18	0,67	0,00	0,00	8,87
1982	0,59	2,00	1,95	0,82	0,01	0,87	0,34	0,74	0,10	0,02	0,43	0,02	8,03
1983	0,00	0,08	0,34	0,47	0,76	1,93	0,52	1,02	0,68	0,33	0,17	0,04	6,66
1984	0,43	2,11	0,98	2,90	1,02	2,06	1,83	0,23	1,18	0,00	0,00	0,00	12,74
1985	0,10	0,58	0,97	0,92	0,92	2,20	0,82	0,68	0,26	0,19	0,00	0,01	7,79
1986	0,43	1,52	1,20	1,18	1,81	2,06	0,42	0,07	0,26	0,79	0,01	0,00	9,76
1987	0,01	0,46	1,70	0,90	0,30	0,68	0,91	1,05	0,52	0,04	0,00	0,00	6,56
1988	0,89	0,07	0,41	4,20	0,42	0,39	0,66	1,94	0,32	0,43	0,25	0,07	10,65
1989	0,96	0,27	0,37	0,29	1,18	0,00	1,45	0,92	2,40	0,21	1,28	0,00	9,34
1990	0,31	0,60	0,79	1,59	0,86	1,60	1,70	0,53	0,48	0,15	0,05	0,02	8,83
1991	0,17	1,82	0,24	0,18	2,89	0,29	1,43	1,89	2,25	0,45	0,67	0,00	12,27
1992	0,78	1,17	1,83	0,86	0,43	0,98	0,29	0,85	0,54	0,19	0,01	0,00	7,95
1993	0,99	0,39	0,64	0,93	1,52	1,14	0,12	1,33	0,01	0,00	0,08	0,03	7,48
1994	1,79	1,33	1,58	0,83	4,41	0,69	1,95	0,14	0,00	0,30	0,00	0,04	13,38
1995	0,31	0,55	0,46	0,39	1,10	2,26	1,08	1,77	0,87	0,80	0,30	0,01	10,03
1996	0,57	0,37	0,10	0,76	0,87	0,28	0,13	1,78	0,55	0,13	0,00	0,08	6,33

1997	1,11	1,59	1,53	1,06	0,34	1,36	0,30	0,61	3,26	0,16	0,01	0,02	11,58
1998	0,61	0,74	1,41	0,64	1,58	1,13	1,87	0,04	0,71	0,28	0,02	0,02	9,22
1999	1,09	0,54	0,76	2,70	0,13	0,09	0,24	0,35	0,91	0,00	0,00	0,00	6,82
2000	0,32	1,15	0,95	1,02	2,66	0,84	0,00	1,37	0,18	0,18	0,01	0,01	8,84
2001	0,57	0,11	0,33	0,41	0,80	0,67	0,37	0,14	0,15	0,01	0,22	0,08	4,58
2002	0,58	0,28	1,95	1,91	3,69	2,26	0,13	2,31	0,79	0,06	0,11	0,03	14,35
2003	1,76	1,78	1,17	2,46	0,92	0,42	1,46	0,89	2,06	0,00	0,36	0,04	13,66
2004	0,25	0,66	0,92	2,40	1,31	1,83	0,50	0,28	0,01	0,20	0,01	0,01	8,46
2005	0,33	1,36	0,90	1,38	1,73	1,44	0,55	1,00	1,49	0,05	0,36	0,00	10,61
2006	2,07	0,16	0,89	1,57	0,16	1,16	3,74	1,66	0,74	0,36	0,20	0,00	12,72
2007	2,15	1,33	1,82	0,55	0,22	0,84	1,30	0,20	2,12	0,46	0,11	0,01	11,21
2008	1,08	1,80	0,93	1,49	1,61	0,64	1,45	1,57	0,77	0,00	0,04	0,03	11,63
2009	2,82	0,23	1,38	1,33	1,21	1,71	1,52	0,22	1,22	0,10	0,00	0,08	12,51
2010	0,10	1,27	1,54	0,88	0,70	2,33	0,95	2,03	2,77	0,68	0,00	0,01	13,36
2011	0,06	0,85	1,96	0,94	1,22	1,16	0,94	0,93	0,93	0,24	0,15	0,02	9,61

Tableau II .12 : apports mensuels moyens obtenus pour la période 1980-2011

Mois	Sept	oct	nov	déc	janv	fevr	mars	avr	mai	juin	juil	août
Hm	0,73	0,88	1,04	1,34	1,22	1,16	0,94	0,93	0,93	0,24	0,15	0,02

II.2.5 Estimation des apports au Retenue

Les données de la station hydrométrique de Beni Slimane sont utilisées pour évaluer les apports du bassin versant de l'oued Mellah, et par transposition on obtient les apports du bassin barrage de Beni Sliman

La formule utilisée est suivante :

$$Abge = (Sbge/Sbv) * Abv$$

Abge: Apports au barrage

Abv: Apports du bassin versant

Sbge: superficie du retenue

Sbv: superficie du bassin versant

Les apports naturels retenus sont les apports mensuels calculés pour bassin versant de la retenue de Beni sliman sur la période 1980 -2011

Estimation des apports au Retenue nécessite la connaissance de la superficie de la retenue

Tableau II .13 Relation Superficie – capacité

Elévation (mNGA)	Superficie (km ²)	Capacité(Hm ³)
660	0,00	0,00
670	0,07	0,30
680	0,21	1,60
690	0,40	4,70
700	0,77	10,50
710	1,29	20,70
720	2,06	37,10
730	3,25	63,70

Donc pour la superficie de 0,21 km² on a une capacité de 1,60 Hm³

II.2-6 : Qualité des eaux d'irrigation

II.2-6-1. Conductivité électrique de l'eau

Classification américaine : elle est basée la conductivité électrique à 25° est exprimé en mmhos/cm, elle caractérise la salinité totale de l'eau.

Quatre classes de risque salin ont été définies :

C1 risque faible CE < 250.

C2 risque moyen CE entre [250 ; 750].

C3 risque élevé CE entre [750 ; 2250].

C4 risque très élevé CE > 2250.

II.2-6-2. Le S.A.R (le pourcentage inchangeable de sodium)

Selon la concentration et le type d'ions présent dans l'eau pour apprécier les risques liés a une teneur relative excessive en sodium (risque alcalin) on compare celle en ions Na⁺ et celle en ions Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ qui eux sont des agents de floculation au moyens du paramètres suivant :

$$S.A.R = \frac{Na^+}{(Ca^{++} + Mg^{++})} \cdot \frac{1}{2}$$

On a définit deux risques alcalin :

$S.A.R < 6 \Rightarrow$ l'eau n'est pas alcalin.

$6 < S.A.R < 9 \Rightarrow$ l'eau est alcalin et peut avoir un effet.

Important sur la structure du sol (réduction importante de l'infiltration), et ce phénomène est d'autant plus important si le sol est argil

Analyse :

La qualité chimique de l'eau d'après les valeurs moyennes de la CE et du SAR des résultats des analyses d'eau de la station de Beni Slimane est classée en C4S1 (SAR moyen obtenu (6.38) et la conductivité moyenne (3.07)) ; la quantité du sodium est qualifiée de moyenne et la salinité est qualifiée de très élevée.

D'après les valeurs moyennes de la CE et du SAR des résultats d'analyse d'eau, de l'Oued Mellah est classée en C3 S1 (SAR moyen obtenu (5.33) et la conductivité moyenne (2.24)) ; Classe S2 (SAR varie de 10 à 18), la quantité du sodium est qualifiée de moyenne, Classe de salinité C3 (CE varie de 0,75 à 2,25 mmhos/cm), la salinité est qualifiée de forte rarement très forte, elle n'est autorisée que sur des sols bien drainés et sur cultures

Tableau n°14 : Paramètres hydro chimiques moyens mensuels station de Beni Slimane sur la période 1984-1989

	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Ca mg/l	95,8	95,7	91,9	97,3	121,8	145,8	162,0	320,0	168,3	124,3	87,0	106,0
Mg mg/l	50,5	39,7	48,7	58,2	78,6	123,8	106,3	192,0	70,4	53,9	54,0	38,6
Na mg/l	202,0	153,0	186,5	265,0	385,4	700,0	547,7	1050,0	591,1	274,3	156,8	257,6
Conductivité	1,84	1,67	1,76	2,15	2,92	4,74	3,97	7,60	4,19	2,34	1,68	1,95
SAR mgéq/d	4,14	3,31	3,9	5,23	6,67	10,3	8,18	11,4	9,62	5,15	3,24	5,42

(DHW MEDEA)

Tableau n° 15: Résultats des prélèvements sur Oued El mellah

		Prélèvement 2	Prélèvement 3	2.43.1 Moyenne
Conductivité mmhoms/cm	2.24	2.24	2.23	2.24
SAR mgéq/dm ³	5.22	5.53	5.23	5.33

(DHW MEDEA)

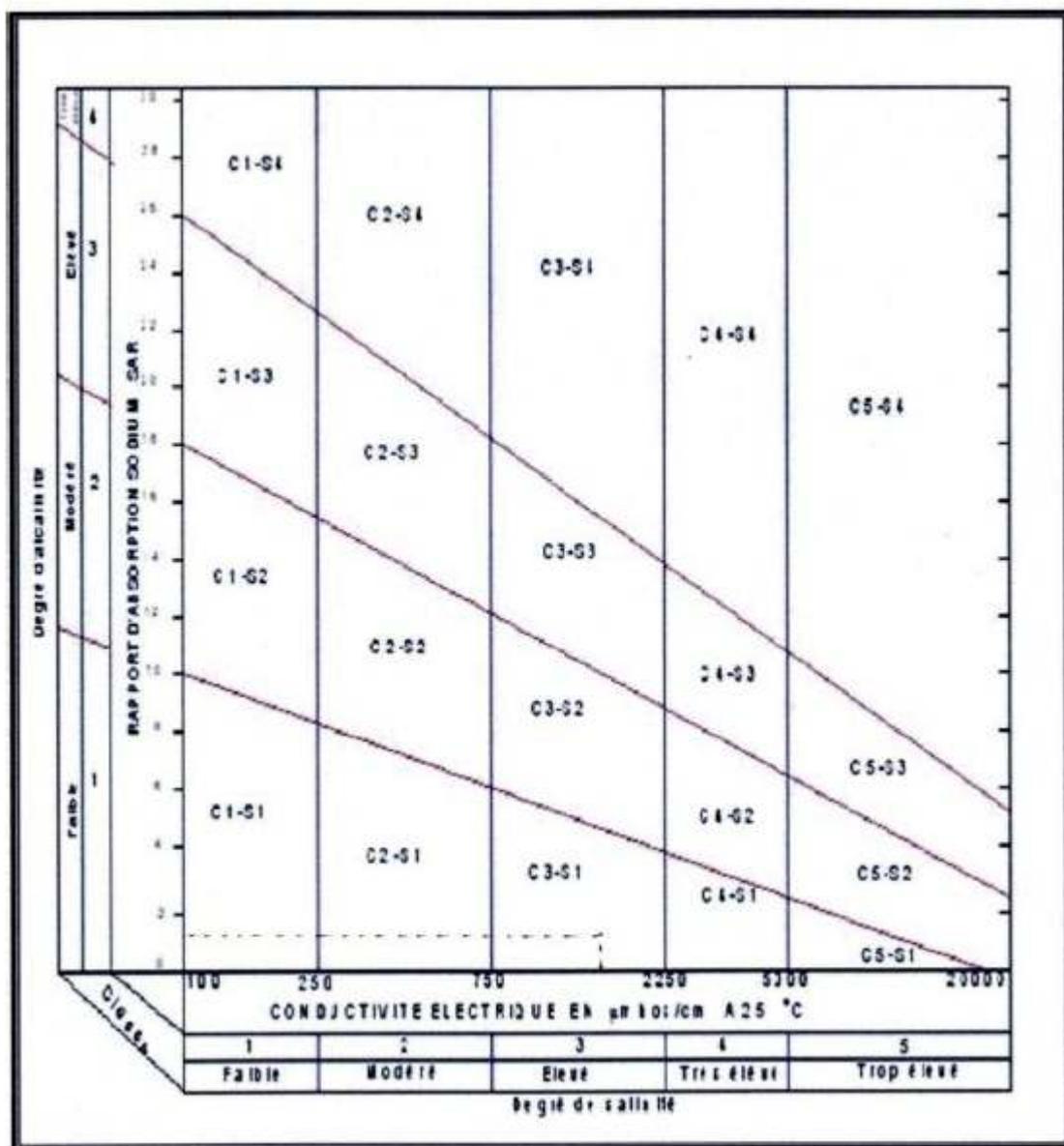


Figure II.4 : diagramme de classification des eaux d'irrigation.

II.2.7 Les eaux souterraines : Dans la partie de la zone d'étude, la nappe phréatique se trouve au-delà de 14m et n'influe pas sur les sols après un aménagement hydro agricole, dans les parties

basses de la terrasse récente où l'irrigation est appliquée à partir de creusement de puits, avec une nappe qui est captive au-delà de 10 m avec des débits faibles

II.2.6 : Géomorphologie :

Une carte géomorphologique a été dressée par l'ANRH .d'après l'extrait de cette carte ; on peut distinguer les formations quaternaires suivantes

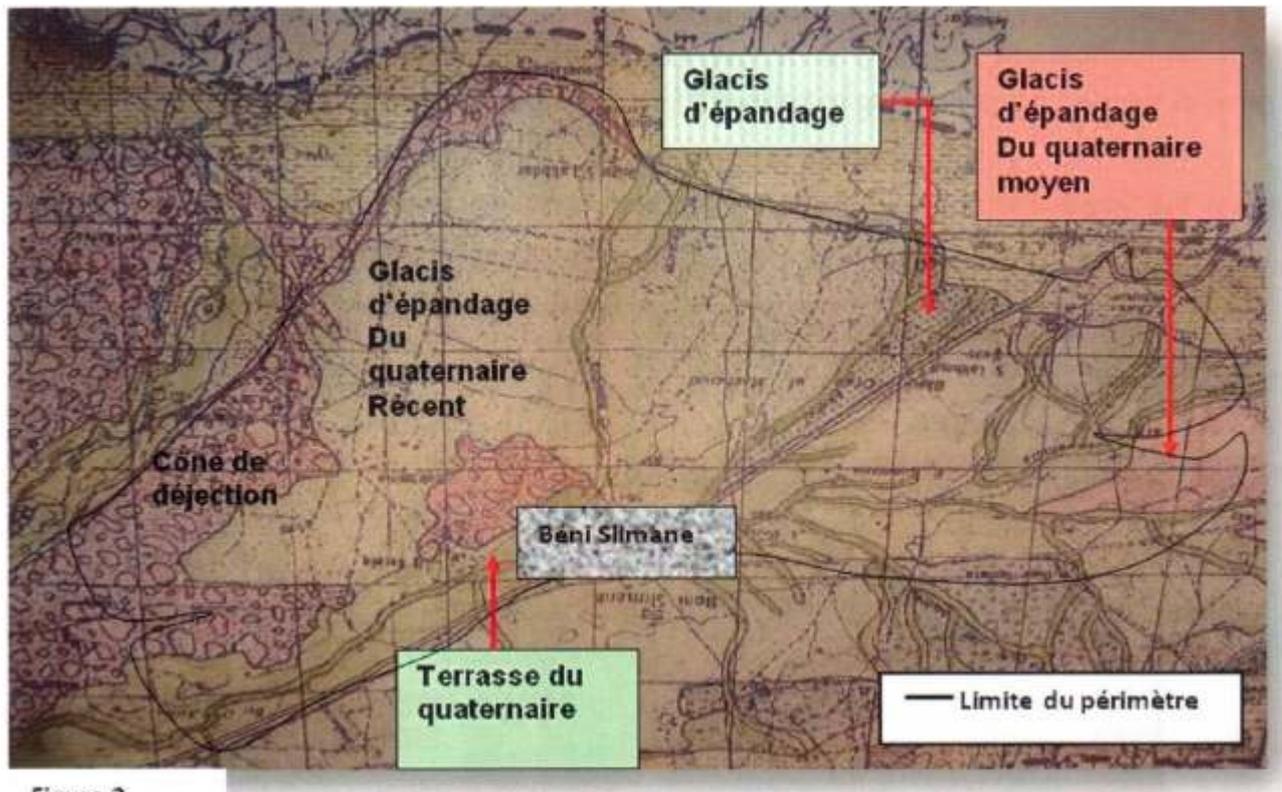


Figure 5

Figure 5 : Extrait de la carte géomorphologique du 1 /150.000^{ème}
De la plaine de Béni Slimane

a) Cône de déjection

A l'Ouest du périmètre, à la limite Est du périmètre et englobe la localité de Tam gout, Sidi Mohamed, douar Skhairia ;

A la limite Sud-Ouest de la plaine, au niveau de Koudiat Oum El Fekhoum ;

Au Sud du chef-lieu de Béni Slimane sur les piémonts de Rouaihia ;

Cette unité est constituée de gros galets de 10 à 50 cm, les sols peu profonds sont de texture Argilo Limoneuse, la matrice est calcaire marneux et de croûte démantelée.

b) glacis d'épandage

Petite superficie situé à la limite Ouest du Périmètre, formé par l'épandage des eaux de ruissellement, les sols sont très peu profonds reposant sur une croûte démantelée qui s'accumule vers l'aval.

C) Quaternaire moyen

Formé par le glacis d'épandage, les sols sont de texture fine et sableuse en surface avec de petits cailloux par endroit, croûte friable recouverte par des sols de 15 cm ces sols sont situés à gauche de la route qui traverse obliquement le périmètre et va du chef-lieu de la commune

de Béni Slimane vers Sidi Lakhdar.

d) Quaternaire récent

Correspondant à la partie centrale du périmètre, les sols sont profonds avec présence de croûte calcaire et galets répartis en surface et en profondeur.

Les sols sont de texture argilo limoneuse, faible encroûtement en profondeur avec de rares cailloutis.

Les sols de glaciais d'épandage formés par le quaternaire récent sont très fins, limoneux, déposé par le ruissellement diffus.

Les sols longent l'oued Ben loulou, sur la rive droite et gauche ils sont de couleur brun foncé avec des caractères vertiques.

Les lits des oueds forment la terrasse alluviale du périmètre avec des sols profonds et présence de galets alluviaux et profonds.

II.3.Géologie :

Du point de vue géologique et structural, la dépression de Beni Slimane correspond à une zone de transition entre les formations de l'Atlas de Tablât au Nord et les nappes Sud Telliennes au sud.

Les niveaux géologiques présents dans la région sont constitués par les formations suivantes :

□ les marnes et les marno-calcaires à foraminifères, ostracodes, fragments d'Echinodermes du Barré mo-Aptiens correspondent à une zone de dépôts nitriques

Et infra nitriques.

□ l'Albien inférieur moyen est caractérisé par un afflux de matériel détritique fin de type flyschoides dû à la proximité d'un relief (Kabylie) et qui a ainsi donné toute la puissance à cette série.

□ A l'Albien supérieur, la sédimentation change et aux dépôts essentiellement terrigènes du crétacé inférieur, succèdent les formations marno calcaires à ammonites du cénomaniens. Des calcaires et des marnes à Rosaline marquent le turonien.

Conclusion :

L'insuffisance des précipitations en Algérie et leur irrégularité interannuelle dans l'espace et dans le temps se traduisent souvent soit par la compromission d'importantes superficies céréaliers soit par l'obtention de faibles niveaux de rendement

Devant cette situation et afin de palier à un éventuel déficit hydrique contraignant, le recours à l'irrigation d'appoint devient impératif

II -3) Hydrologie

Introduction

Le but principal de l'étude hydrologique c'est de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquence donnée qui nous a conduit à calculer les besoins en eau des cultures céréalières.

Le périmètre est situé dans une zone assez bien pourvue en stations pluviométriques qui fonctionnent généralement depuis 1980.

Cependant l'étude hydrologique ne concerne que les trois stations les plus proches du périmètre : La station de BéniSlimane, de Ain boucif et celle de Médéa.

Les caractéristiques des stations sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau N°II.3.1 : Caractéristiques des stations pluviométriques

Nom de la station	Code	Altitude (m)	Période d'observation	Nombre d'années observées
Médéa		1056	1989-2013	24
Beni sliman	090327	600	1980-2013	33
Ain boucif	011105	1200	1980-2013	33
Ain bessam	090328	748	1982-2013	31

Statistique descriptive des stations étudiées:

stations		sept	oct	nov	déc	janv	fevr	mars	avr	mai	annuel
médéa	moy	28,8	50,0	84,8	116,9	118,9	83,5	65,7	65,5	48,1	662,2
B.Sliman	moy	29,7	35,9	42,0	54,5	48,5	48,5	40,1	38,9	37,5	375,6
Aboucif	moy	26,6	40,0	39,1	47,7	40,5	43,8	35,2	33,8	29,0	335,7
Abessem	moy	32,7	41,3	52,7	63,0	51,5	47,2	49,6	49,1	38,2	425,2
médéa	max	85,7	136,4	248,3	256,2	326,3	211,9	307,2	170,1	215,4	1043,2
B.Sliman	max	114,5	85,8	79,5	170,3	178,8	94,5	151,8	93,8	132,4	564,2
Aboucif	max	70,7	103,2	134,1	135,7	157,9	112,6	150,0	75,3	112,5	567,3
Abessem	max	76,5	107,2	124,2	180,4	175,9	122,3	183,4	108,1	136,4	667,4
médéa	min	0,0	4,0	0,0	23,7	0,0	0,0	1,4	10,8	2,5	255,0
B.Sliman	min	0,0	2,7	3,9	7,2	0,5	0,0	0,0	1,6	0,0	144,3
Aboucif	min	0,0	0,2	9,0	4,4	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	162,0
Abessem	min	1,6	1,6	8,2	14,2	0,0	2,0	2,8	3,3	0,0	180,2
médéa	éc/type	22,1	35,9	56,7	61,2	87,8	60,1	57,9	48,3	48,3	209,3
B.Sliman	éc/type	28,7	25,4	23,1	37,8	41,8	29,0	33,5	27,6	35,1	103,5
Aboucif	éc/type	20,1	26,5	26,4	32,8	35,0	33,7	30,1	23,4	27,0	96,8
Abessem	éc/type	22,8	27,7	29,3	41,1	43,6	33,3	41,2	31,9	33,4	106,0

Les paramètres descriptifs des quatre stations d'étude présentent une similitude à l'exception de Médéa, qui est une station de montagne (1056 mètres d'altitude). La station de AinBessem, qui se trouve plus à l'est, présente une légère hausse dans les moyennes par rapport aux autres.

L'intérêt des données de Béni Slimane réside dans la continuité, l'on ne relève aucune lacune.

II.3.1 : Choix de la station représentative de la Zone d'étude

Compte tenu de la position géographique de notre périmètre, ces caractéristiques sont les suivantes :

Localisation géographique, presque au centre du périmètre.

Les relevés de la station sont récentes et s'étalent sur une période d'observation acceptable (plus de 30 ans d'observations).

L'altitude de la station pluviométrique a une valeur proche de l'altitude moyenne du bassin versant du BéniSlimane, environ 600 m

Tableau N°II.3.2 : Pluies mensuelles (Cumul mensuel et annuel).

Station Béni Slimane

Année	sept	oct	nov	déc	janv	fevr	mars	avr	mai	juin	juil	août	Total annuel
1981	7,3	17,3	38	123,5	11	33,6	19,7	24	5	3	1	27,9	311,3
1982	0	27,6	8,7	79,4	79,5	41,2	23,7	23,6	47,9	27	0	1,2	359,8
1983	23,8	81	79,2	33,3	0,5	35,2	13,9	30,2	4,1	0,7	17,4	6,5	325,8
1984	0	3,4	13,6	19,2	30,7	78,3	21,3	41,2	27,8	13,2	6,8	14,6	270,1
1985	17,6	85,8	39,7	117,6	41,5	83,7	74,1	9,3	47,8	0	0	0	517,1
1986	3,9	23,6	39,4	37,2	37,4	89,1	33,3	27,6	10,7	7,9	0	6	316,1
1987	17,5	61,6	48,6	48	73,6	83,7	16,9	3	10,5	32	0,6	0	396
1988	0,6	18,5	69	36,4	12,1	27,6	36,8	42,6	21,3	1,5	0	0	266,4
1989	36,1	2,7	16,5	170,3	17,1	15,7	26,9	78,9	13	17,4	10,2	27,5	432,3
1990	39	11,1	14,9	11,9	47,8	0	59	37,5	97,5	8,4	52	0	379,1
1991	12,6	24,2	32,1	64,6	35,1	65,1	69,1	21,4	19,4	5,9	2	6,7	358,2
1992	6,9	73,9	9,6	7,2	117,3	11,8	57,9	76,6	91,3	18,3	27,2	0	498
1993	31,5	47,4	74,1	34,9	17,4	39,8	11,9	34,5	22	7,7	0,4	0,9	322,5
1994	40	15,8	26	37,6	61,7	46,1	4,8	54,1	0,5	0	3,2	13,9	303,7
1995	72,5	54,1	64,2	33,5	178,8	28,2	79,3	5,8	0	12,3	0	14,5	543,2
1996	12,7	22,5	18,7	15,8	44,7	91,8	44	71,7	35,3	32,6	12,2	5,1	407,1
1997	23,3	14,9	3,9	30,7	35,5	11,3	5,1	72,4	22,3	5,2	0,2	32,3	257,1
1998	45	64,7	62,2	43,1	14	55,2	12,3	24,8	132,4	6,5	0,4	9,3	469,9
1999	24,9	30,1	57,4	26,1	64	45,9	75,7	1,6	28,8	11,2	0,9	7,4	374
2000	44,4	21,9	31	109,5	5,2	3,6	9,6	14,4	37	0	0	0	276,6
2001	13,1	46,7	38,5	41,3	108,1	34	0	55,8	7,4	7,5	0,5	5,8	358,7
2002	23,3	4,5	13,4	16,7	32,3	27,3	15	5,8	6	0,3	8,9	32,3	185,8

2003	23,5	11,4	79,1	77,7	149,6	91,8	5,4	93,8	31,9	2,3	4,4	11,4	582,3
2004	71,3	72,1	47,4	99,9	37,5	17	59,2	36,2	83,6	0	14,5	15,5	554,2
2005	10	26,8	37,3	97,6	53	74,1	20,3	11,2	0,5	8,3	0,4	4	343,5
2006	13,5	55,1	36,5	55,9	70,3	58,4	22,2	40,5	60,4	2,1	14,5	1	430,4
2007	84,2	6,4	36	63,8	6,4	47	151,8	67,2	30	14,5	8	0,8	516,1
2008	87,1	54	73,8	22,5	9	34,2	52,9	8	86	18,5	4,5	4,5	455
2009	44	73	37,7	60,5	65,5	26	58,7	63,8	31,1	0	1,5	10,3	472,1
2010	114,5	9,4	55,9	54	49,1	69,6	61,8	8,8	49,5	4,1	0	31	507,7
2011	4	51,6	62,7	35,9	28,3	94,5	38,5	82,3	112,6	27,5	0	4,2	542,1
2012	2,5	34,4	79,5	38,1	49,8	47,2	38,1	37,7	37,9	9,5	6,8	9,5	391,0
2013	3,3	37,0	60,8	6,7	84,5	73,1	41,9	60,5	63,6	3,6	00	10,4	445,4
Source				Office Nationale de la Météorologie (ONM)									

D'après les résultats du tableau pendant la période 1980 –2011, On a remarqué une irrégularité dans la répartition des précipitations et aussi une variabilité mensuelle et annuelle.

Le mois de septembre présente une forte variabilité pluviométrique, et que plus de 40%

L'étude statistique de la série s'effectue par le logiciel HYDROLAB.

Donnant son diagramme de dispersion et son traitement. Le même logiciel fait son ajustement aux lois théoriques (GUMBEL, Normale, Log-normale).

II.3.2 : Homogénéité de la série pluviométrique :

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

La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé ci-dessous :

On divise la série complète en deux sous séries : x et y tel que : $N_1 \text{ et } N_2$

Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement $N_2 > N_1$

On constitue par la suite, la série x union y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. à ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang, tout en précisant à quels sous série elle appartient.

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

Avec :

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

$$W_x = \left| \text{Rang} \right|_x$$

W_x : Somme des rangs des sous séries

$$W_{\min} = \left\lfloor \frac{(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - 1}{2} \right\rfloor \quad \left(N_1 \times N_2 (N_1 + N_2 + 1) \right)^{0,5} \left\rfloor$$

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

Le tableau suivant détaille le procédé de Test d'homogénéité pour la station de Beni sliman

Tableau N°II.3.3 : Test d'homogénéité

Rang	Série d'origine P (mm)	Valeurs classées	Série x (mm)	Série y (mm)	TRI (mm)	x union y
1	311,3	185,8	311,3	543,2	54.4	Y
2	359,8	257,1	359,8	407,1	143.4	Y
3	325,8	266,4	325,8	257,1	159.2	X
4	270,1	270,1	270,1	469,9	163.6	X
5	517,1	276,6	517,1	374	186.8	Y
6	316,1	303,7	316,1	276,6	190.8	X
7	396	311,3	396	358,7	222.1	X
8	266,4	316,1	266,4	185,8	226.6	X
9	432,3	322,5	432,3	582,3	226.9	X
10	379,1	325,8	379,1	554,2	234.5	X
11	358,2	343,5	358,2	343,5	239.9	Y
12	498	358,2	498	430,4	244.7	X
13	322,5	358,7	322,5	516,1	248.3	Y
14	303,7	359,8	303,7	455	248.4	X
15	543,2	374		472,1	262.5	Y
16	407,1	379,1		507,7	267.7	X
17	257,1	396		542,1	268	X
18	469,9	407,1			283.9	Y
19	374	430,4			285.4	Y
20	276,6	432,3			289.3	X
21	358,7	455			290	Y
22	185,8	469,9			304.7	Y
23	582,3	472,1			311.4	Y
24	554,2	498			326.2	X
25	343,5	507,7			329.1	Y
26	430,4	516,1			333.6	Y
27	516,1	517,1			345.7	X
28	455	542,1			375.7	Y
29	472,1	543,2			380.6	Y
30	507,7	554,2			404.7	Y
31	542,1	582,3			467.3	Y

$$W_{\min} = 180$$

$$W_{\max} = 274 \quad W_x = 174$$

$$174 < W_x < 274$$

La condition de Mr Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station de Beni Slimane est homogène.

II.3.3 : Etude de l'échantillon et choix du type de loi :

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

Loi de Gauss ou loi Normale

Loi de Galton ou loi log – Normale

a .Traitement des données

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

Station Beni sliman

Statistiques de base

Nombre d'observations	31
Minimum	185 .7
Maximum	582,3
Moyenne	397,812903
Ecart-type	103,66

b) .Ajustement de la série pluviométrique

On soumet la série pluviométrique annuelle de la station retenue aux ajustements à la loi Normale, la loi log –normale

b.1) .Ajustement à la loi Normale (GAUSS)

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

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

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

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de Beni sliman regroupé dans le tableau et la figure suivantes :

Tableau N°II.3.4 : Ajustement à la loi de Gauss

Ajustement à une loi de Gauss								
Taille n= 31		Moyenne= 397,812903						
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
311,3	185,8	1	0,0161	-2,142	185,8	175,790842	90,5004161	231,737736
359,8	257,1	2	0,0484	-1,661	257,1	225,61219	154,205085	274,2604
325,8	266,4	3	0,0806	-1,401	266,4	252,573155	188,19964	297,751067
270,1	270,1	4	0,1129	-1,211	270,1	272,232061	212,69565	315,171087
517,1	276,6	5	0,1452	-1,057	276,6	288,190162	232,357144	329,534898
316,1	303,7	6	0,1774	-0,925	303,7	301,903336	249,06467	342,066121
396	311,3	7	0,2097	-0,807	311,3	314,11587	263,776592	353,393336
266,4	316,1	8	0,2419	-0,700	316,1	325,264289	277,052647	363,887549
432,3	322,5	9	0,2742	-0,600	322,5	335,62956	289,251074	373,789589
379,1	325,8	10	0,3065	-0,506	325,8	345,405483	300,61709	383,267453
358,2	343,5	11	0,3387	-0,416	343,5	354,733377	311,327705	392,445445
498	358,2	12	0,3710	-0,329	358,2	363,721331	321,516535	401,420416
322,5	358,7	13	0,4032	-0,245	358,7	372,455698	331,288553	410,27151
303,7	359,8	14	0,4355	-0,162	359,8	381,008414	340,72941	419,066453
543,2	374	15	0,4677	-0,081	374	389,44195	349,911663	427,86589
407,1	379,1	16	0,5000	0,000	379,1	397,812914	358,899179	436,72665
257,1	396	17	0,5323	0,081	396	406,183856	367,759916	445,714143
469,9	407,1	18	0,5645	0,162	407,1	414,617393	376,559354	454,896396
374	430,4	19	0,5968	0,245	430,4	423,170108	385,354297	464,337254
276,6	432,3	20	0,6290	0,329	432,3	431,904476	394,205391	474,109271
358,7	455	21	0,6613	0,416	455	440,89243	403,180361	484,298101
185,8	469,9	22	0,6935	0,506	469,9	450,220324	412,358354	495,008717
582,3	472,1	23	0,7258	0,600	472,1	459,996246	421,836218	506,374733
554,2	498	24	0,7581	0,700	498	470,361517	431,738258	518,573159
343,5	507,7	25	0,7903	0,807	507,7	481,509936	442,232471	531,849214
430,4	516,1	26	0,8226	0,925	516,1	493,72247	453,559686	546,561136
516,1	517,1	27	0,8548	1,057	517,1	507,435644	466,090908	563,268663
455	542,1	28	0,8871	1,211	542,1	523,393746	480,454719	582,930156
472,1	543,2	29	0,9194	1,401	543,2	543,052652	497,874739	607,426166
507,7	554,2	30	0,9516	1,661	554,2	570,013616	521,365407	641,420722
542,1	582,3	31	0,9839	2,142	582,3	619,834965	563,88807	705,12539

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,8	0,001	485,045978	445,529533	536,091576	485,045978	0,001	0,5
0,5	0,000	397,812914	358,899179	436,72665	397,812914	0,001	0,2
0,2	-0,001	310,579828	259,53423	350,096273	310,579828	0,000	0,1



Ecart-type= 103,669117

I.C. à (en%)= 95

U Gauss= 1,9604

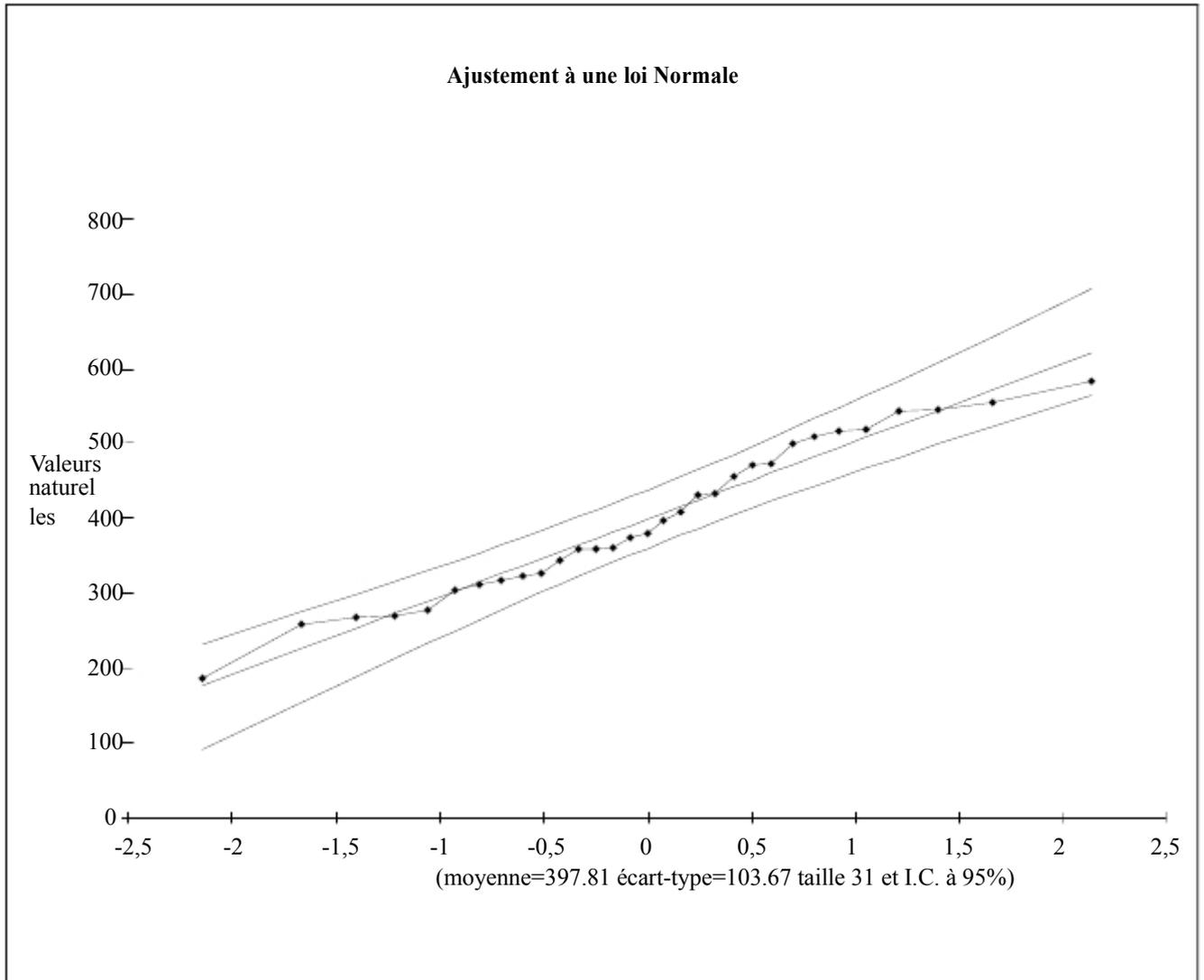


Figure II.6 : Ajustement à une loi de Gauss

b.2) Ajustement à la loi Log-Normale (GALTON)

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

Tableau N°I. 3.5: AJUSTEMENT A LA LIO LOG-NORMAL (GALTON)

Taille n= 31 x ₀ = 0		Moy.log(x-x ₀)= 2,584372911 E.T. log(x-x ₀)= 0,119905378		I.C. à (en%)= 95		U Gauss= 1,960		
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
311,3	185,8	1	0,016	-2,142	185,8	212,6075	169,4066	246,767343
359,8	257,1	2	0,048	-1,661	257,1	242,7743	200,7299	276,356756
325,8	266,4	3	0,081	-1,401	266,4	260,8473	219,751	294,198038
270,1	270,1	4	0,113	-1,211	270,1	274,8679	234,565	308,168362
517,1	276,6	5	0,145	-1,057	276,6	286,8015	247,1747	320,185356
316,1	303,7	6	0,177	-0,925	303,7	297,4694	258,4213	331,051287
396	311,3	7	0,210	-0,807	311,3	307,3035	268,7474	341,190178
266,4	316,1	8	0,242	-0,700	316,1	316,5644	278,4195	350,860354
432,3	322,5	9	0,274	-0,600	322,5	325,4248	287,613	360,236037
379,1	325,8	10	0,306	-0,506	325,8	334,0086	296,4522	369,444672
358,2	343,5	11	0,339	-0,416	343,5	342,41	305,0301	378,586237
498	358,2	12	0,371	-0,329	358,2	350,7051	313,4204	387,744296
322,5	358,7	13	0,403	-0,245	358,7	358,9586	321,6842	396,992897
303,7	359,8	14	0,435	-0,162	359,8	367,2287	329,8749	406,40132
543,2	374	15	0,468	-0,081	374	375,57	338,0411	416,037695
407,1	379,1	16	0,500	0,000	379,1	384,0369	346,23	425,972124
257,1	396	17	0,532	0,081	396	392,6946	354,4975	436,291006
469,9	407,1	18	0,565	0,162	407,1	401,6144	362,9031	447,091695
374	430,4	19	0,597	0,245	430,4	410,8672	371,5036	458,475413
276,6	432,3	20	0,629	0,329	432,3	420,5366	380,3649	470,563811
358,7	455	21	0,661	0,416	455	430,7243	389,566	483,50736
185,8	469,9	22	0,694	0,506	469,9	441,5584	399,2054	497,497796
582,3	472,1	23	0,726	0,600	472,1	453,2055	409,4102	512,787322
554,2	498	24	0,758	0,700	498	465,8905	420,3505	529,719763
343,5	507,7	25	0,790	0,807	507,7	479,9304	432,2642	548,784045
430,4	516,1	26	0,823	0,925	516,1	495,7965	445,5029	570,712682
516,1	517,1	27	0,855	1,057	517,1	514,2382	460,6217	596,680327
455	542,1	28	0,887	1,211	542,1	536,5643	478,5836	628,756547
472,1	543,2	29	0,919	1,401	543,2	565,4049	501,3096	671,142902
507,7	554,2	30	0,952	1,661	554,2	607,4955	533,6736	734,739951
542,1	582,3	31	0,984	2,142	582,3	693,6929	597,6654	870,59367

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,8	0,001	484,4713466	436,07655	555,0195246	484,4713	0,001	0,5
0,5	0,000	384,0368712	346,22998	425,9721241	384,0369	0,001	0,2
0,2	-0,001	304,4231847	265,72815	338,2073832	304,4232	0,000	0,1

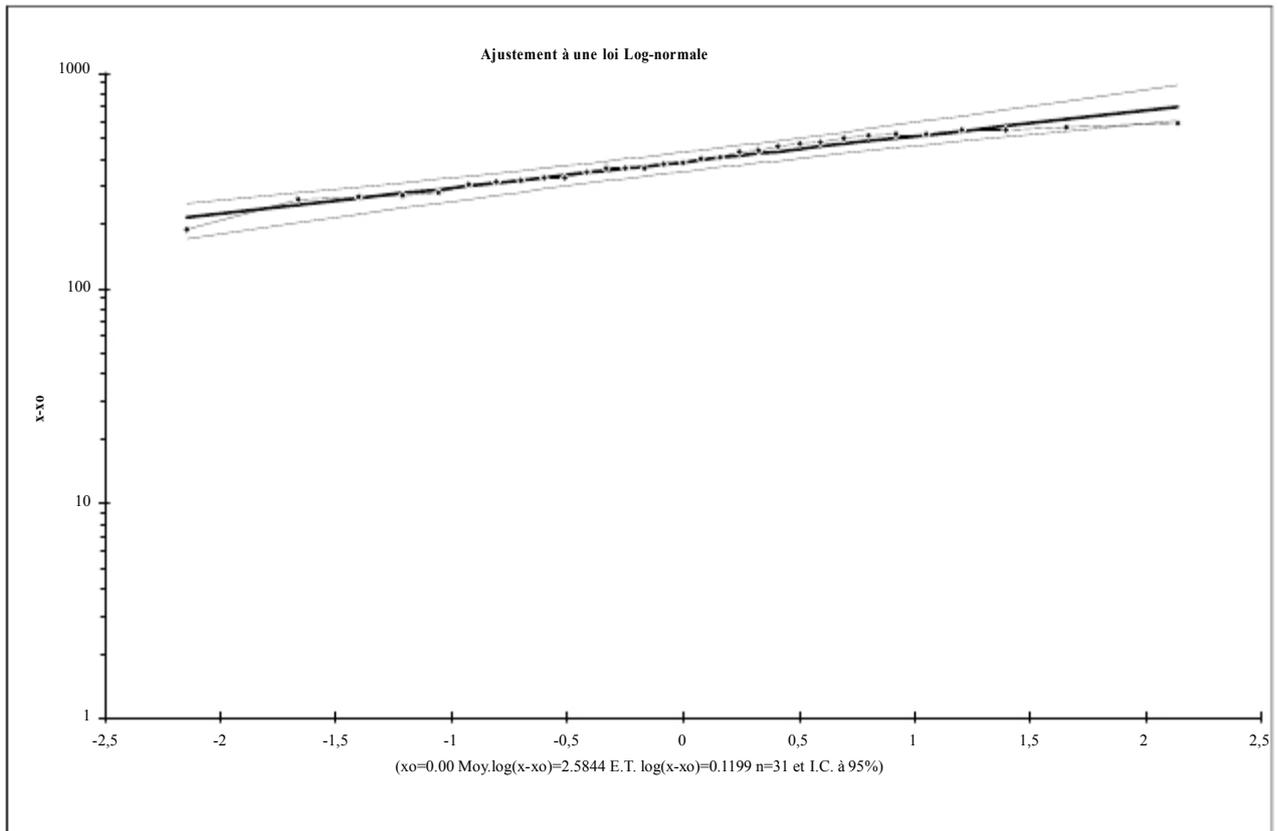


Figure II.7 : Ajustement à une loi de Galton

Conclusion

les principales caractéristiques statistiques de la série pluviométrique ,retenue comme représentative,de la zone de projet.Quant l'ajustement des séries de pluies moyennes annuelles.

on constate que la loi de Gauss, adoptée dans notre projet. Les calculs manuels des expressions statistiques nécessitent plus temps, mais avec l'outil informatique, on parvient aisément aux résultats escomptés.et l'utilisation des logiciels tel que HYDRAULAB nous a permis l'élaboration des analyses statistiques les plus courantes en hydrologie.

Introduction

L'activité économique de la wilaya de Médéa en générale et la plaine de Beni slimane en particulier reste dominée par la culture des céréales.

La plaine de Beni slimane a toujours suscité un intérêt particulier pour les décideurs , par son impact socio-économique, d'où les nombreuses études techniques depuis l'indépendance de notre pays.

La stratégie de l'extensive a ses limites , pour cela , il faut s'orienter vers les techniques d'amélioration du rendement , entre autres l'irrigation d'appoint qui constitue l'objet de notre mémoire. Seulement nous devront nous orienter vers les techniques les moins couteuses pour ne pas influencer le prix de revient des céréales, au vu de la sensibilité de ce produit pour la population.

L'étude socio-économique du périmètre de Béni Slimane nous oblige à présenter les différentes caractéristiques. D'où les différentes analyses de la zone.

III.1. Analyse du foncier :

Les caractéristiques foncières du périmètre ont été étudiées suite à une enquête foncière exhaustive ayant concernée tous les exploitants et les exploitations situés dans les limites de l'aire d'étude.

Ainsi, initialement l'étendue de la zone enquêtée a touché une superficie de 2.544 ha. Puis une superficie de 416,32 ha a été exclue en raison de son occupation par des sites urbains, la présence d'un cimetière, et des terrains très accidentés. La superficie géographique totale de la zone enquêtée est de 2.128,76 ha.

Dans la zone enquêtée, 53,62 % de la superficie est en secteur public, et 46,38% en secteur privé. Le nombre d'exploitations enregistrées pour toute l'aire du projet est de 147 dont 129 exploitations (88 %) sont du secteur privé.

Ceci est significatif, et donne une indication de la prédominance considérable du secteur privé en termes de nombre d'exploitations dans la zone enquêtée.

Le tableau suivant donne la répartition des exploitations selon leur statut juridique.

Tableau n° III.1: répartition de la superficie enquêtée selon le statut juridique

Secteur	Nombre d'exploitations	Superficie ha	Pourcentage du nbre d'exploitations (%)	Pourcentage en superficie
Privé	129	987	88	46.38
Public	18	1141	12	53.62
<i>Total</i>	<i>146</i>	<i>2128</i>	<i>100</i>	<i>100</i>

Source : enquête périmètre de Beni Slimane

Tableau III.2 : Distribution du foncier par classes

Classes	Nb d'exploitation	Superficies (ha)	Superficies %
EAC	11	635	29.84
EAI	4	11	0.51
Privé	129	987	46.38
Fermes pilotes	2	495	23.26
Totale	146	2128	100

Source : enquête périmètre de Beni Slimane

III. 2 : Structure foncière :

La structure foncière de la zone d'étude montre la forme de la propriété, les classes suivantes ont la base des données :

◆ Exploitation Agricole collective (EAC) : terrain qui appartient à l'état et exploité par une collectivité d'agriculteur.

◆ Exploitation Agricole individuelle (EAI) : terrain qui appartient à l'état et exploité par un agriculteur individuel.

◆ Terre publique : terre qui appartient à l'état et utilisée par des organismes industriels. Les exploitations en secteur privé sont celles qui prédominent dans la zone d'étude, et occupent 46,38 % de la superficie totale du périmètre étudié.

III. 3 : Situation actuelle

Le système de production agricole actuel de l'aire d'étude est extensif caractérisé par des itinéraires techniques traditionnels, un assolement biennal céréales - jachère, un faible apport d'intrants et des rendements céréaliers faibles. On observe, que les changements dans les conduites culturales ne sont pas encore perceptibles

Tableau III.3 : Occupation du sol par l'ensemble des exploitations du périmètre en (ha).

Nombre exploit.	Blé Dur	Orge grain	Pomme de terre	Carotte	Pommier	Abricotier	Jachère	Avoine
37	18,5	0	0	0	2,96		18,5	
44	70,4	35,2	0	0	0	0	0	
26	39	39	0	0	0	5,2	39	
21	126	0	15,75	15,75	0		31,5	
10	120	0	0	0	0		120	
6	360	180	0	0	0		0	
2	134	0		0	0		134	134
1	153	153	4	1	13	13	153	
147	1020,9	407,2	19,75	16,75	15,96	18,2	496	134

Source : enquête périmètre de Beni Slimane

III. 4 : L'élevage

L'analyse de l'enquête des exploitations dans la situation actuelle montre que la charge à l'ha de l'élevage bovin, ovin et caprin est de 0,063 UGB/ ha ce qui semble très faible de celui relevé au niveau de l'ensemble de la commune qui est de 0,17 UGB/ ha. Ce qui montre que l'élevage est faible au niveau des exploitations se trouvant sur le périmètre, par rapport à l'ensemble de la commune.

On remarque également que l'ovin est l'élevage dominant du périmètre par rapport aux autres espèces animales d'élevage.

Tableau III.4 : Nombre d'UGB de l'échantillon d'exploitations

	bovins	ovins	Total UGB
nbred'êtes	30	255	285
UGB	24	38,25	62,25

Source : enquête périmètre de Beni Slimane

III.5. Les modèles d'exploitation type de la zone d'étude :

L'objectif de la mise en irrigation de la plaine de Beni Slimane et de transformer a moyen terme l'actuel système agraire biennal (céréales — jachère) en association avec l'élevage ovin et bovin en un système de polyculture en encourageant les cultures intensives et les cultures fourragères afin d'augmenter le taux d'occupation des sols.

Ceci a comme principal objectif de dynamiser la croissance du secteur agricole qui se traduira par une élévation des revenus des agriculteurs et une offre importante en travail.

La situation projetée se caractérise par huit modèles d'exploitation selon la superficie et l'occupation des cultures, ces caractéristiques sont les suivants :

Modèle 1: Classe < 1.5 ha

- C'est une exploitation se spécialisant dans les céréales et l'arboriculture fruitière.
- La superficie moyenne de l'exploitation est de 1.08 ha.
- La répartition de la SAU pour les différentes espèces végétales est de 0.5 ha de blé dur, 0.5 ha de sorgho et 0.08 ha de pommier. La surface totale occupée par les céréales représente 37 ha soit 92.6 % et 2.96 ha pour le pommier soit 7.4%.

Modèle 2 : Classe > 1.5 ha et < 3.0 ha

- C'est une exploitation se spécialisant dans les céréales.
- La superficie moyenne de l'exploitation est de 2.40 ha.
- La répartition de la SAU pour les différentes espèces végétales est faite d'une manière équitable, elle est de 0.8 ha de blé dur, 0.8 ha d'orge et 0.8 ha de vesce avoine. La surface totale occupée par les céréales représente 105.60 ha

Modèle 3 : Classe > 3.0 ha et < 6.0 ha

- C'est une exploitation se spécialisant dans les céréales et l'arboriculture fruitière.
- La superficie moyenne de l'exploitation est de 4.70 ha.
- La répartition de la SAU pour les différentes espèces végétales est faite d'une manière équitable pour les grandes cultures, elle est de 1.5 ha de blé tendre, 1.5 ha d'orge grain, 1.5 ha de sorgho et 0.2 ha de prunier. La surface totale occupée par les céréales représente 117 ha soit 95.7% et 5.20 ha de prunier soit 4.3 % pour une superficie totale de 122.20 ha.

Modèle 4 : Classe > 6.0 ha et < 12.0 ha

- C'est une exploitation se spécialisant dans les céréales et le maraîchage.
- La superficie moyenne de l'exploitation est de 9.0 ha.
- La répartition de la SAU pour les différentes espèces végétales est faite d'une manière équitable, elle est de 50 ha pour les céréales et 50 % pour le maraîchage, constituée de 3.0 ha de blé dur, 3.0 ha d'orge vert, 3.0 ha de pomme de terre arrière saison et 3.0 ha de carotte. La surface développée pour l'ensemble de cultures représente 252 ha.

Modèle 5 : Classe > 12.0 ha et < 35.0 ha

- C'est une exploitation se spécialisant dans les céréales.
- La superficie moyenne de l'exploitation est de 24.0 ha.
- La répartition de la SAU pour les différentes espèces végétales est faite d'une manière équitable, elle est de 6.0 ha de blé dur, 6.0 ha de blé tendre, 6.0 ha d'orge vert et 6.0 ha de vesce avoine. La surface totale occupée par les céréales représente 240.0 ha.

Modèle 6 : Classe > 35.0 ha et < 110.0 ha

- C'est une exploitation se spécialisant dans les céréales.
- La superficie moyenne de l'exploitation est de 90.0 ha.
- La répartition de la SAU pour les différentes espèces végétales est faite d'une manière équitable, elle est de 22.50 ha de blé dur, 22.50 ha de blé tendre, 22.50 ha d'orge grain et 22.50 ha de vesce avoine.
- La surface totale occupée par les céréales représente 540.0 ha.

Tableau III.5 : Occupation du sol par modèle et type d'exploitation

Classe	Taille d'exploitation et description	Sup. exploit moyen : (ha)	SUP .développée Totale dans le périmètre (ha)	céréale	fourragères	arboriculture	maraîchage
1	0-1,5 ha : céréale + arboriculture fruitière	1.08	39.96	37	-	2 .96	-
2	1,5-3 ha: céréale + fourragères	2.4	105.60	70.40	35.20	-	-
3	3-6 ha: céréale + arboriculture fruitière	4.7	122.20	171	-	5.2	-
4	6-12 ha: céréale + maraîchage	9	252	63	63	-	126
5	12-35 ha: céréale + fourrage	24	240	120	120	-	-
6	35-110 ha: céréale + fourragères	90	540	270	270	-	-
7	>110ha : céréales+fourrage + arboriculture	201	402	192	192	- 18	-
8	490ha fourrage + arboriculture+ céréales	490	490	399	57	26	8
TOTAL			2 .191.76	1322 .4	737.2	52.16	134
Répartition(%)			100	60 ,34	33,64	2 ,38	6,11

Classe	Blé dur	Orge grain	Pomme de terre	Carotte	pommier	abricotier	jachère	avoine
≤1.5	0.5				0.08		0.5	
>1.5≤3	1.6	0.8						
>3≤6	1.5	1.5				0.2	1.5	
>6≤12	6		0.75	0.75			1.5	
>12≤35	12						12	
>35≤110	60	30						
Plus 110	67						67	67
EURL	153	153	4	1	13	13	153	



Tableau III.6 : Répartition des cultures par modèle d'exploitation

Conclusion :

Les différents tableaux présentés nous permettent de recueillir les informations socio - économique du périmètre de Béni Slimane, telles que : La répartition des sols et le découpage des différentes surfaces culturales. Ces informations sont nécessaires pour le choix des surfaces potentiellement irrigables.

Introduction

Le but de l'irrigation d'appoint étant d'améliorer relativement la production, moyennant l'utilisation de quantité réduite d'eau par un meilleur ciblage de la phase phénologique qui valorise le mieux le mètre cube d'eau d'irrigation.

L'essentiel de l'irrigation d'appoint est de préserver la plante d'un éventuel stress hydrique permanent ou temporaire aux différentes phases phénologiques.

IV.1. Evaluation des besoins en eau des plantes cultivées

Généralement, les agronomes calcul le bilan hydrique sur une période de dix jours (bilan décadaire) mais pour des raisons de commodité, car les données climatologiques disponibles sont mensuelles, nous avons choisie le calcul du bilan hydrique mensuel.

L'équation du bilan hydrique regroupe plusieurs paramètres très délicats à déterminer.

Elle reflète les différentes interactions qui se manifestent entre les systèmes sol-plante et sol-atmosphère d'une part et le système plante-atmosphère d'autre part. L'enquête menée dans la région a permis d'établir que la plupart des céréales sont semées après les premières pluies d'octobre. Plus de 80 % de la surface utilisée par les céréales est souvent semée avant le 15 décembre. Le lit de semence se situe en moyenne à la profondeur de 10 cm.

Le calcul des besoins en eau est très utile pour mettre en évidence l'importance des quantités d'eau à apporter pour améliorer la production.

Pour cela nous allons commencer par l'ETP, qui est le paramètre le plus délicat à calculer.

VI.2 :Calcul de l'évapotranspiration potentiel :

L'ETP est définie comme étant, sensiblement, l'évapotranspiration d'une prairie ou d'un gazon en pleine croissance fauché régulièrement, correctement fumé et bien enraciné, sur un sol maintenu à une humidité proche de la capacité au champ. L'évapotranspiration potentielle ne dépend donc que des conditions météorologiques observées.

VI .2.1.Méthodologie :

Pour L'évaluation des besoins en eau nous avons suivit la méthodologie suivante :

Pour le calcul de l'évapotranspiration nous avons choisit la station de Béni Slimane et cela par manque de données pour les autres stations.

Le choix de la méthode de calcul de l'ETP est préconisé par la FAO et qui est celle de Penman-Monteith qui dépend des paramètres suivants :

T_m : température moyenne (mensuelle) de l'air exprimées en °C ($T_x + T_n$)/2 .

HRm : humidité relative de l'air (moyenne mensuelle, exprimées en %).

Vm : vitesses du vent moyen, exprimées en m/s (moyenne mensuelle).

P : précipitations exprimées en mm (cumul mensuel).

N : nombre de jours de précipitation par mois

Insol. : Durée d'insolation, exprimée en heure.

ETP : calculée par la méthode de Penmann-Montheih, exprimée en mm/mois.

Pour le calcul de l'ETP avec la méthode de Penmann-Montheih , nous avons utilisé le logiciel CROPWAT.

Les données utilisées sont les moyennes mensuelles et les cumuls mensuels, et les résultats obtenus sont évidemment les moyennes mensuelles de l'ETP pour chaque année.

Pour le paramètre insolation, nous avons utilisé les données de la station de Médéa et que nous avons jugé similaire avec la région de Béni Slimane.

Tableau VI.1: calcul de l'évapotranspiration.

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sunshine hours	Radiation MJ/m²/day	ETo mm/day
January	2.7	13.2	79	294	6.5	19.3	2.58
February	3.3	14.8	75	284	7.0	19.9	3.06
March	5.2	18.3	73	311	7.5	21.2	3.74
April	8.8	20.5	69	320	7.5	20.9	4.18
May	11.1	25.0	65	277	8.0	20.7	4.90
June	15.7	28.3	54	288	11.0	24.3	5.59
July	18.5	35.7	44	242	10.0	23.1	7.26
August	18.6	35.4	49	242	8.5	23.4	7.17
September	14.8	29.9	61	251	8.0	21.7	5.66
October	11.7	19.4	68	268	7.0	20.0	3.79
November	6.9	18.1	77	277	7.0	19.2	3.24
December	4.4	14.0	81	302	6.0	17.2	2.50
Average	10.0	22.8	66	279	7.9	20.8	4.47

Tableau VI.2 : ETP DE BNE SLIMAN

	sept	oct	nov	déc	janv	fevr	mars	avr	mai
1990	221,0	172,9	102,2	77,2	30,8	61,5	54,1	47,9	81,7
1991	129,0	83,9	47,9	31,2	37,3	26,3	49,7	57,5	74,9
1992	142,1	75,7	64,3	44,5	41,9	48,5	48,5	70,7	105,6
1993	161,8	92,3	74,6	55,5	57,8	39,7	66,8	79,1	116,6
1994	145,4	111,2	63,1	57,0	47,9	59,2	96,1	77,2	161,5
1995	172,6	122,9	99,6	67,3	49,3	72,7	79,2	101,7	176,2
1996	168,3	161,2	109,0	76,4	76,1	46,9	86,7	106,4	145,3
1997	169,0	140,0	106,1	78,7	71,9	93,8	119,8	123,4	180,8

1998	229,9	178,6	90,0	80,7	78,6	99,5	114,6	108,5	141,7
1999	245,6	157,8	104,1	80,7	77,5	63,3	105,8	145,9	242,2
2000	259,1	221,3	110,2	71,7	85,6	108,6	143,6	163,9	232,0
2001	267,2	158,9	112,4	113,7	82,0	80,8	158,6	163,7	182,1
2002	271,3	266,1	103,5	92,6	101,3	108,2	131,2	138,0	218,4
2003	260,3	225,5	123,2	108,0	67,2	67,5	134,4	145,3	208,7
2004	267,8	215,6	125,8	82,0	89,2	109,9	121,6	131,2	144,6
2005	292,4	251,0	119,1	80,9	78,0	55,6	125,5	148,4	265,6
2006	251,0	218,1	117,5	73,6	67,4	67,1	131,8	186,1	250,3
2007	255,7	254,7	156,1	87,6	106,5	85,1	95,5	124,2	205,5
2008	263,1	176,4	110,2	85,1	97,2	98,0	104,1	156,6	176,2
2009	252,2	176,9	92,1	69,1	63,8	82,1	116,9	101,9	217,0
2010	210,1	192,0	140,5	101,1	75,5	78,3	108,7	135,6	159,9
2011	228,0	169,5	88,6	91,3	84,0	62,5	97,9	154,9	176,2
2012	231,2	163,2	98,0	75,0	70,3	39,9	95,7	95,1	182,2
2013	210,4	163,5	94,3	71,1	65,3	39,3	87,8	97,9	158,8

SOURCE(ONM)

Fonctionnement du logiciel CropWat

Le fonctionnement de base du logiciel CropWat repose sur quelques variables. Toutes ces variables s'articulent autour du bilan hydrique qui s'écrit de façon générale sous la forme

$$R_i = R_{i-1} + P_{\text{eff}} + \text{Irr} - D - \text{ET}_m$$

R_i	Réserve en eau du sol au jour i (mm)
R_{i-1}	Réserve en eau du sol au jour $i-1$ (mm)
P_{eff}	Précipitation efficace (mm)
Irr	Apport de l'irrigation (mm)
D	Drainage
ET_m	ET_m évapotranspiration maximale (= Crop Water Requirement (CWR) : besoin en eau des cultures)

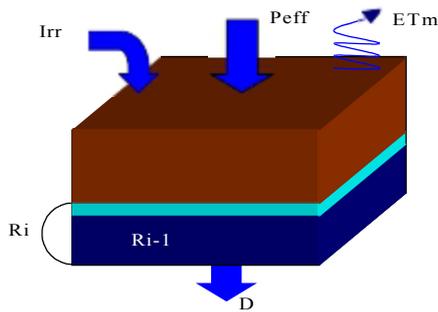


Figure 1 Schéma général du Bilan hydrique d'une nappe

Cette équation regroupe toutes les variables qui sont essentielles au fonctionnement du logiciel.

-Tout d'abord les précipitations efficaces, qui correspondent, en agriculture, à la partie résiduaire de l'eau de pluie qui contribue à reconstituer la réserve du sol en eau, utilisable par les plantes cultivées. Elles prennent en compte les valeurs de précipitations totales et de ruissellement.

-L'apport de l'irrigation, correspond à l'apport de l'eau pour les cultures.

-ETm correspond à l'évapotranspiration maximale d'une culture donnée.

Le logiciel considère que l'ETm est égale à la CWR. En effet, si nous considérons la quantité d'eau stockée dans la plante, celle-ci est très faible par rapport à ce qui est évapotranspiré.

-Le drainage qui correspond à la quantité d'eau qui sort de notre système en s'infiltrant vers les nappes profondes ou l'eau qui circule par écoulement souterrain. Dans notre programme, cette quantité n'est pas prise en compte donc nous considérerons qu'elle est égale à 0.

Ces variables peuvent être mesurées ou déterminées à des pas de temps différents (journalier, mensuel, etc.). Toutefois, il est bon de noter que CropWat ne prend en compte que des données climatiques mensuelles et qu'il les interpole pour obtenir des valeurs journalières. Pour aborder la gestion de l'eau en agriculture, la première notion à développer est la consommation en eau des plantes, exprimée à travers les concepts d'évapotranspiration réelle (ETR), d'évaporation maximale (ETM) et de coefficient cultural (kc)

La seconde notion est celle des aptitudes et réactions physiologique des plantes en fonction de leur alimentation hydrique que nous développerons dans trois rubriques :

- Réponse des rendements à l'eau ;
- Sensibilité des plantes au déficit hydrique ;
- Dates de début et de fin de campagne d'irrigation.

L'évapotranspiration maximale se définit par : $ETM = k_c * ETP$.

Kc : correspond au coefficient cultural, fonction du type de culture et de son état végétatif.

Kc : coefficient cultural donné par le tableau suivant :

Tableau VI .3 :les valeurs de kc

Mois	sept	oct	nov	déc	janv	fév	mars	avr	mai
Kc (blé tendre)	—	—	0.3	0.3	0.5	0.51	1.15	1	1
Kc (orge)	—	—	0.3	0.3	0.5	0.5	1	1	1

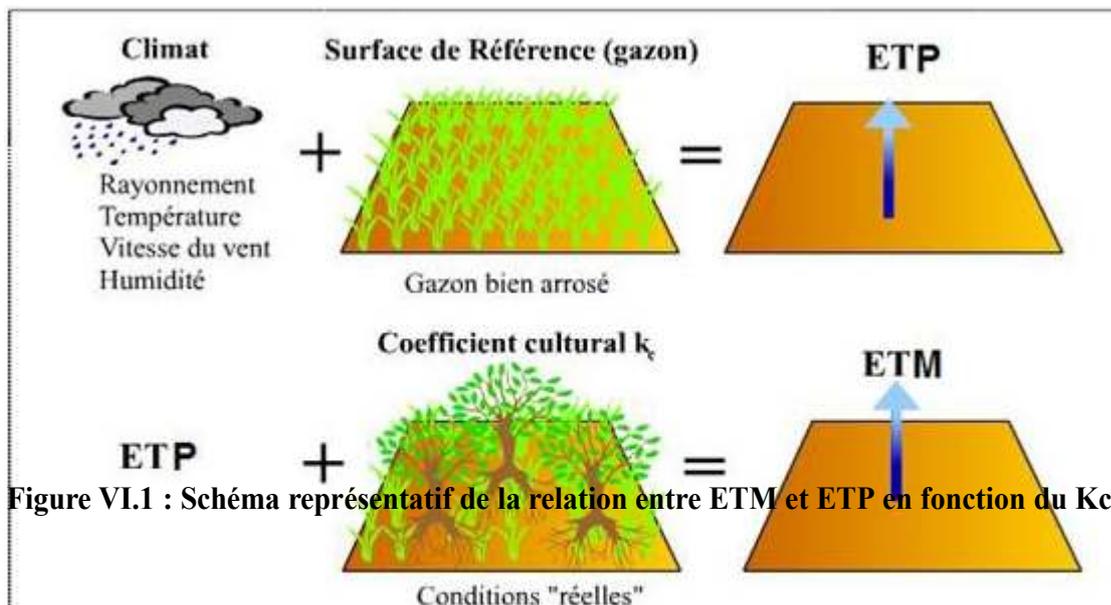


Figure VI.1 : Schéma représentatif de la relation entre ETM et ETP en fonction du Kc

VI.3 : Réserve Facilement Utilisable (RFU) et vitesses d'infiltration

*Besoin en eau des cultures (ETM) et évapotranspiration de référence (ETP)
(d'après FAO, 1998 et modifié)*

La RU la quantité d'eau qu'un sol est susceptible de fournir à la végétation est égale à la



différence entre la quantité retenue par le sol (sa capacités de rétention après une irrigation correspondant à $pF=2.5$) et celle qui correspondant au point de flétrissement ($Pf=4.2$)

RFU : réserve facilement utilisable

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot D_a \cdot Z$$

Avec : Y : degré de tarissement

D_a : densité apparente

Z : profondeur d'enracinement mm

H_{cc} : humidité à la capacité au champ

H_{pf} : humidité au point de flétrissement

Les études pédologiques réalisées par l'ANRH, ont permis d'évaluer les valeurs des RFU et des vitesses d'infiltration ci-après.

Tableau VI.4 : Réserves Facilement Utilisable (RFU) et Vitesse d'infiltration

ZONES	RFU (mm)			Vitesses d'infiltration
	0 - 50 cm	50 - 80 cm	80 - 120 cm	(cm /h)
Beni Slimane	19 à 37.5	12.6 à 20.4	16.2 à 24.9	1.75 à 9.66

VI.4 : Estimation des pluies efficaces :

Les pluies efficaces sont obtenues en multipliant les pluies réelles par le coefficient 0,8. (80% méthode utilisée en hydrologie) .

Tableau VI.5 : les pluies efficaces mensuelles.

Année	sept	oct	nov	déc	janv	fevr	mars	avr	mai	juin	juil	août
1981	5,8	13,8	30,4	98,8	8,8	26,9	15,8	19,2	4	2,4	0,8	22,3
1982	0	22,8	7,0	63,5	63,6	33	19	18,9	38,3	21,6	0	1,0
1983	19,0	64,8	63,6	26,6	1,4	28,2	11,1	24,2	3,8	0,6	13,9	5,2
1984	0	2,7	10,9	15,6	24,6	62,6	17	33	22,2	10,6	5,4	11,8
1985	14,8	68,6	31,8	94,8	33,2	67	59,3	7,4	38,2	0	0	0
1986	3,2	18,9	31,5	29,8	29,9	71,3	26,6	22,1	8,6	6,3	0	4,8

1987	14	49,8	38,9	38,4	58,9	67	13,5	2,4	8,4	25,6	0,8	0
1988	0,8	14,8	55,2	29,2	9,8	22,1	29,4	34,1	17	1,2	0	0
1989	28,9	2,6	13,2	136,2	13,8	12,6	21,5	63,1	10,4	13,9	8,6	22
1990	31,2	8,9	11,9	9,5	38,4	0	47,2	30	78	6,7	41,6	0
1991	10,8	19,6	25,8	51,8	28,8	52,1	55,3	17,1	15,5	4,7	1,6	5,6
1992	5,5	59,2	7,8	5,8	93,8	9,5	46,3	61,3	73	14,6	21,8	0
1993	25,2	37,9	59,8	27,9	13,9	31,8	9,5	27,6	17,6	6,6	0,3	0,7
1994	32	12,6	20,8	30,8	49,6	36,9	3,8	43,3	0,4	0	2,6	11,2
1995	58	43,8	51,6	26,8	143	22,6	63,4	4,6	0	9,8	0	11,6
1996	10,6	18	15,0	12,6	35,8	73,4	35,2	57,4	28,2	26,1	9,8	4,8
1997	18,6	11,9	3,2	24,7	28,4	9,4	4,8	57,9	17,8	4,6	0,6	25,8
1998	36	51,8	49,8	34,8	11,2	44,2	9,8	19,8	106	5,2	0,3	7,4
1999	19,9	24,8	45,9	20,9	51,2	36,7	60,6	1,8	23	8,9	0,7	5,9
2000	35,5	17,5	24,8	87,6	4,6	2,9	7,8	11,5	29,6	0	0	0
2001	10,8	37,6	30,8	33,4	86,8	27,2	0	44,6	5,9	6	0,4	4,6
2002	18,6	3,6	10,7	13,6	25,8	21,8	12	4,6	4,8	0,4	7,2	25,8
2003	18,8	9,2	63,8	62,6	119,7	73,4	4,3	75	25,5	1,8	3,5	9,2
2004	57,4	57,8	37,9	79,9	30	13,6	47,4	29	66,9	0	11,6	12,4
2005	8	21,4	29,8	78,8	42,4	59,3	16,2	9,6	0,4	6,6	0,4	3,2
2006	10,8	44,8	29,2	44,7	56,4	46,7	17,8	32,4	48,4	1,8	11,6	0,8
2007	67,6	5,2	28,8	51,4	5,2	37,6	121	53,8	24	11,6	6,4	0,6
2008	69,8	43,2	59,4	18	7,2	27,4	42,3	6,4	68,8	14,8	3,6	3,6
2009	35,2	58,4	30,6	48,4	52,4	20,8	47	51	24,9	0	1,2	8,4
2010	91,6	7,5	44,7	43,2	39,8	55,7	49,4	7,4	39,6	3,8	0	24,8
2011	3,2	41,8	50,6	28,7	22,6	75,6	30,8	65,8	90,1	22	0	3,6
2012	2	27,5	63,6	30,8	39,8	37,7	30,5	30,2	30,3	7,6	5,5	7,6
2013	2,6	29,6	48,8	5,4	67,6	58,5	33,5	48,4	50,9	2,5	00	8,5

VI.5 .Estimation des doses et fréquences d'irrigation au niveau des parcelles

Lorsque les besoins en eau des cultures tout au long de leur phase de croissance sont connus, il reste à estimer les quantités d'eau d'irrigation à fournir au niveau de la parcelle. Pour ce faire, il est nécessaire d'en connaître les données pédologiques. Celles-ci permettront de déterminer la capacité de stockage de l'eau dans le sol et par-là même de déterminer la dose d'irrigation à appliquer selon une fréquence définie par l'agriculteur de façon à couvrir les besoins en eau des cultures.

Les paramètres nécessaires sont les suivants:

- le type de sol ;
- la teneur en eau utile (EU) ;
- la profondeur d'enracinement (Zr) ;
- la vitesse maximale d'infiltration de l'eau dans le sol (Ksat) ;

le pourcentage de tarissement initial du sol (q initiale).

Quantités totale (m^3) = B (m^3/ha) * Surface de la parcelle irriguée (ha)

L'irrigation d'appoint se distingue de l'irrigation pérenne par le fait qu'elle consiste à apporter une petite quantité d'eau aux cultures pour palier à l'insuffisance des précipitations, dans le but de stabiliser au maximum les rendements.

Elle ne pourrait à elle seule permettre aux cultures d'arriver à maturité, mais elle complète les précipitations.

L'effet de l'irrigation d'appoint est maximal lorsqu'elle est pratiquée à un stade critique du développement de la culture (floraison, maturation, etc.)

VI.6 :Efficience de l'irrigation

L'efficience d'irrigation est définie par le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans le réseau d'irrigation.

La différence entre les deux volumes indique les pertes.

La formule utilisée pour l'estimation de l'efficience d'un réseau d'irrigation est donnée par l'expression suivante:

$$E_i = E_t \cdot E_d \cdot E_u$$

Avec: E_i : Efficience d'irrigation en (%)

E_e : Efficience de transport (%)

E_d : Efficacité de type de distribution en (%)

E_u : Efficacité de l'uniformité de la distribution.

L'évaluation exacte des pertes est très difficile et même presque impossible, suite des multiples variables qui interviennent.

On considère une efficience globale, produit entre les trois efficacités décrites ci-dessus égalé à 0.75

VI.7:Calcul effectif du bilan hydrique

le bilan hydrique ou quantité de l'eau qui doit être fournie sur la parcelle d'irrigation, est calculée comme une différence entre les besoins totaux en eau et les pluies effective, on introduit dans les calculs la valeur de la réserve d'eau facilement utilisable, par la tranche de sol explorée par les racines (RFU), il est exprimé par la formule :

Bilan hydrique mensuel = RFU + Peffect - ETM

Tableau VI.5 : de valeurs mensuelles du Bilan

années	sept	oct	nov	déc	janv	fevr	mars	avr	mai
1990	11,8	2,6	27,0	32,0	70,2	13,7	51,8	29,0	46,2
1991	17,0	40,4	57,9	90,6	56,2	86,9	64,0	5,7	-13,4
1992	8,2	85,1	33,9	37,8	123,7	30,3	55,4	39,4	17,0
1993	23,2	57,6	85,6	58,0	30,9	58,6	1,7	-4,7	-52,9
1994	35,4	25,1	48,2	59,9	73,5	54,0	-27,8	13,7	-116,1
1995	54,8	54,1	69,7	53,3	172,3	31,9	49,0	-51,8	-131,2
1996	5,3	15,8	28,2	35,5	45,0	99,1	13,1	-0,5	-70,3
1997	14,1	15,7	16,5	47,5	39,2	6,8	-46,5	-16,9	-116,8
1998	14,3	46,4	70,9	57,4	17,6	41,2	-36,3	-42,4	15,8
1999	-7,5	23,2	62,5	43,0	60,6	51,7	24,7	-99,5	-172,7
2000	5,0	-2,8	38,3	116,6	6,6	-7,3	-61,7	-106,7	-155,5
2001	-24,0	37,0	44,0	46,0	95,9	32,7	-81,9	-71,2	-130,8
2002	-16,6	-31,0	25,4	31,4	21,8	13,0	-47,2	-88,1	-168,3
2003	-13,1	-13,0	75,3	78,6	138,6	88,6	-57,9	-20,6	-136,6
2004	25,3	41,6	47,6	105,3	32,3	3,4	-1,9	-55,4	-28,5
2005	-34,2	-7,5	41,0	103,7	51,1	79,6	-38,1	-93,8	-220,2
2006	-18,8	26,4	40,8	70,4	71,1	60,4	-41,6	-106,7	-153,9
2007	39,9	-26,0	28,8	72,9	-2,8	41,5	97,6	-22,1	-135,0
2008	40,1	38,0	74,7	38,6	4,1	24,1	6,7	-104,8	-58,1
2009	6,7	54,0	49,4	75,7	68,8	25,2	1,4	-2,7	-145,6
2010	79,3	-4,6	50,4	60,6	49,0	64,2	10,6	-83,1	-72,8
2011	-20,0	38,0	71,7	48,1	27,1	93,4	-0,6	-40,0	-35,4
2012	-22,2	25,3	83,2	54,9	25,6	102,2	55,2	14,4	-115,0
2013	-15,52	25,55	65,51	29,07	79,95	83,457	-22,47	-4,5	-62,9

Le tableau représente le bilan hydrique de chaque mois calculé à partir des données climatologique de la station de Béni Slimane à l'exception de l'insolation (Médéa).

La remarque principale est les déficits du mois de mai ,qui présente globalement une fréquence de presque 90% de déficit hydrique .

Ce déficit du mois de mai est influencé généralement par la troisième décade de mai qui présente les caractéristiques climatique de la saison d'été , où les trois paramètres qui influence le calcul de l'ETP (température maximale , insolation), sont en fortes hausses, et l'humidité de l'air en baisse.

La troisième décade du mois de mai représente la fin de cycle végétatif. Le déficit est donc moins important pour la première et deuxième décade.

Le mois de septembre présente un pourcentage de déficit de 35% , mais il ne participe pas

dans le cycle végétatif .

Les déficits des mois de mars et avril sont autour de 50% .

Les mois de printemps (mars – avril – mai) présentent un pourcentage important de déficit.

La corrélation entre les rendements et les déficits hydrique montre une influence flagrante des déficits des mois de mars et avril.

Tableau VI.7 : récapitulatif des fréquences mensuelles de déficit hydrique.

	sept	oct	nov	déc	janv	fev	mars	avr	mai
Fréq %	35	25	0	0	0	3	45	65	90

Le déficit est relativement important durant les mois de croissance et de maturité des céréales, cependant les mois de stockage ont dans l'ensemble un bilan positif.

Tableau VI.8 : comparatif bilan hydrique et rendement du blé dur.

années	fevr	mars	avr	mai	Bilan printemps	bilan annuel	Rendement blé dur
2001	32,7	-81,9	-71,2	-130,8	-283,9	-52,3	10
2002	13,0	-47,2	-88,1	-168,3	-303,5	-259,5	0
2003	88,6	-57,9	-20,6	-136,6	-215,1	139,9	15
2004	3,4	-1,9	-55,4	-28,5	-85,9	169,5	13,42
2005	79,6	-38,1	-93,8	-220,2	-352,2	-118,5	7,77
2006	60,4	-41,6	-106,7	-153,9	-302,2	-51,9	10
2007	41,5	97,6	-22,1	-135,0	-59,4	94,9	18,75
2008	24,1	6,7	-104,8	-58,1	-156,3	63,2	13
2009	25,2	1,4	-2,7	-145,6	-147,0	132,9	14,12
2010	64,2	10,6	-83,1	-72,8	-145,4	153,4	21,08
2011	93,4	-0,6	-40,0	-35,4	-76,0	182,4	25,28
2012	102,2	55,2	14,4	-115,0	-45,4	223,6	25
2013	83,457	-22,47	-4,5	-62,9	-173,32	200	24

(SOURCE : DSA)

Le tableau représente le rendement du blé dur avec les bilans hydriques annuels et printaniers. La relation est visible entre les rendements nuls et très faibles avec les bilans annuels et printaniers. Les pluies de printemps en général (mars et avril en particulier) sont très importants dans l'amélioration des rendements d'où l'intérêt de l'apport d'eau durant cette période. On remarque que certaines années les déficits de printemps sont relativement élevés, mais les bilans annuels sont nettement positifs, ce qui influe positivement sur le rendement.

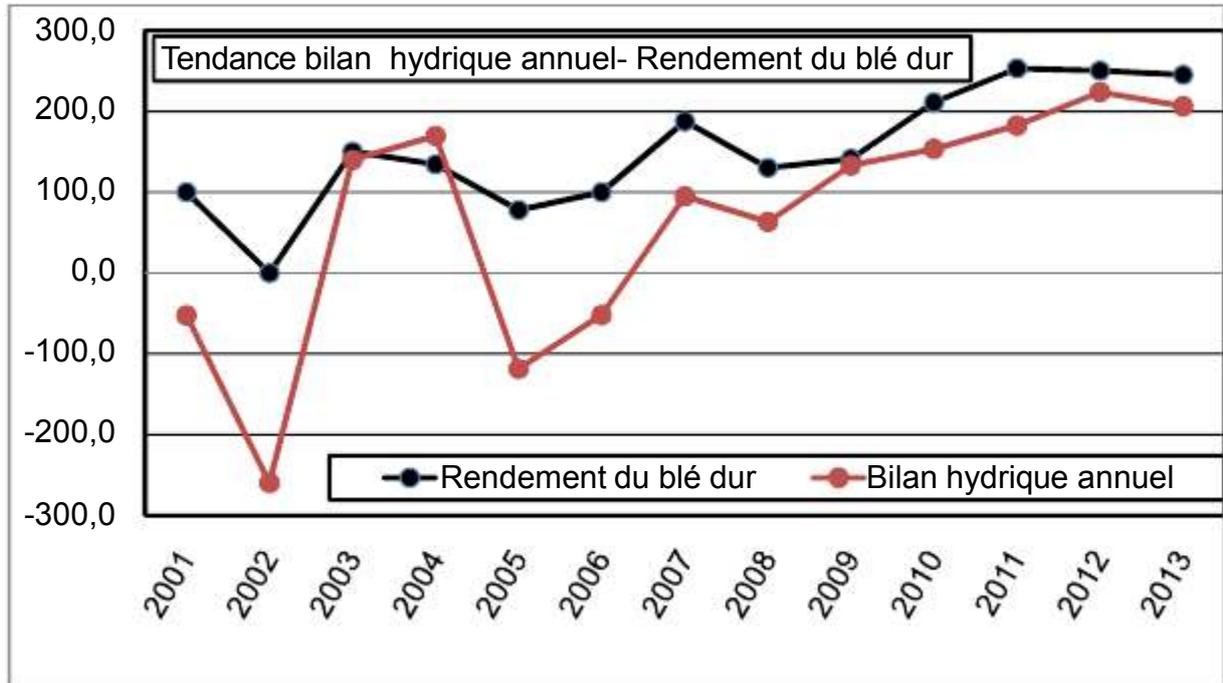


Figure VI.2 : Tendence bilan hydrique annuel- Rendement du blé dur

Par commodité d'échelle, nous avons multiplié les valeurs du rendement par 10.

On remarque qu'il y a une bonne corrélation entre les deux courbes de tendance, mais certaines années à l'exemple de 2004 et 2005, le bilan hydrique annuel n'explique pas à lui seul la quantité du rendement.

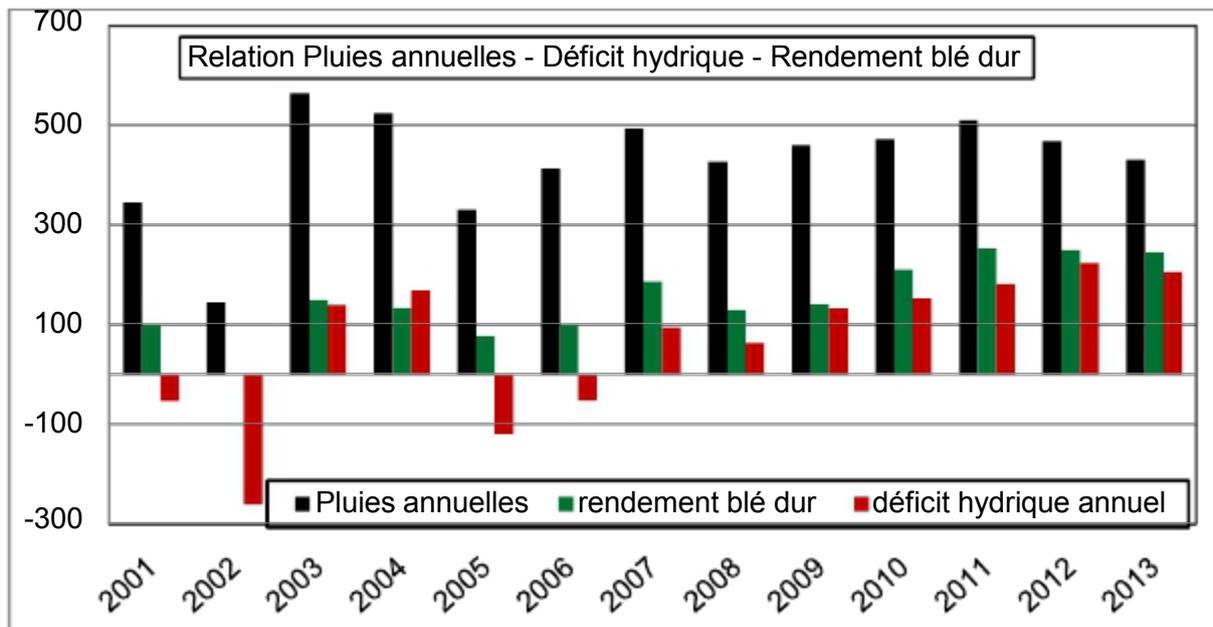


Figure VI.3: Relation Pluies annuelles - Déficit hydrique - Rendement blé dur

Le graphe ci-dessus montre la relation entre ces trois paramètres. Le rendement est très affecté

par des précipitations annuelles inférieures à 350 mm. Par contre, les années à précipitations annuelles inférieures à 150 mm ont un rendement nulle.

On remarque que la quantité annuelle des pluies n'explique pas à lui seul le rendement, mais d'autres facteurs très important influent sur le rendement, à l'exemple de la mauvaise répartition des pluies sur tout le mois.

Tableau VI.9 : des rendements des différents types de céréale avec pluies annuelles.

année	rendement de blé dur (qx/ha)	rendement de blé tendre (qx/ha)	rendement d'orge (qx/ha)	Précipitation (mm)
2000/2001	10,00	8,00	10,00	358,70
2001/2002	0,00	0,00	0,00	185,8
2002/2003	15,00	18,00	25,00	582,3
2003/2004	13,42	16,14	22,00	554,2
2004/2005	7,77	7,53	13,33	343,5
2005/2006	10,00	10,00	14,00	430,4
2006/2007	18,75	21,36	28,00	516,1
2007/2008	13,00	11,50	15,00	455
2008/2009	14,12	13,69	22,23	472,1
2009/2010	21,08	16,37	20,00	507,7
2010/2011	25,28	26,08	15,94	542,1
2011/2012	25,00	28,21	24,00	389,99
2012/2013	24,50	28,50	26,50	431,4

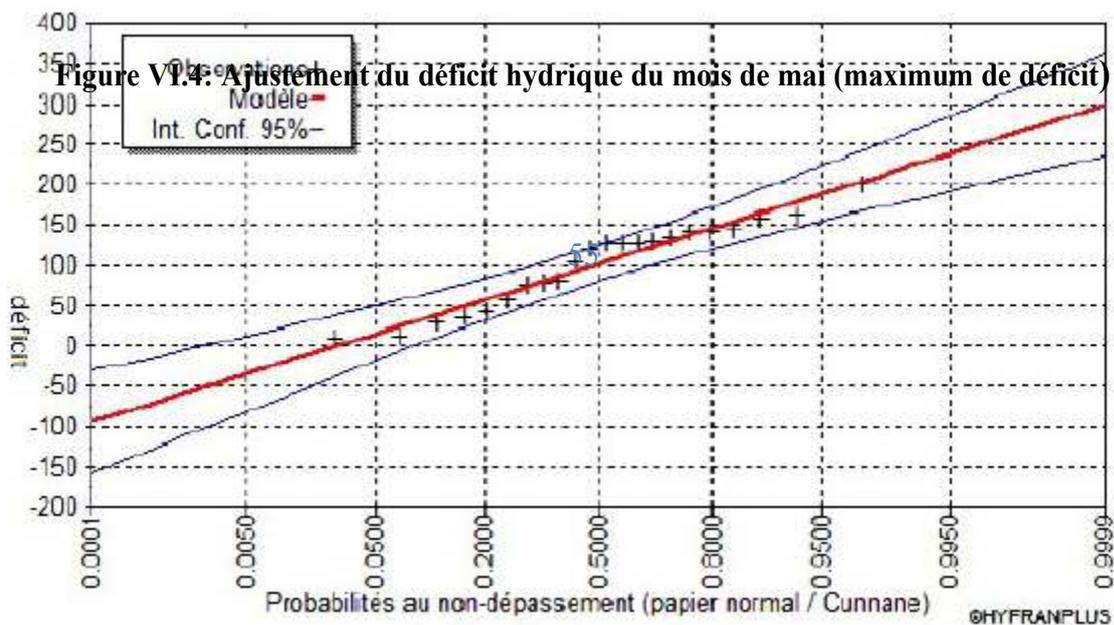


Tableau VI.9 Ajustement du déficit hydrique du mois de mai (maximum de déficit)

F	q	Déficit D%	Ecart-type	Intervalle de confiance
10000.0	0.9999	298	32.4	235 - 362
2000.0	0.9995	276	29.1	219 - 333
1000.0	0.9990	270	27.6	211 - 319
200.0	0.9950	238	23.9	191 - 285
100.0	0.9900	225	22.1	181 - 268
50.0	0.9800	210	20.2	171 - 250
20.0	0.9500	205	17.5	154 - 223
10.0	0.9000	198	15.4	139 - 200
5.0	0.8000	194	13.2	120 - 172
3.0	0.6667	124	11.8	101 - 148
2.0	0.5000	102	11.3	79.5 - 124
1.4286	0.3000	73.9	12.1	50.2 - 97.5
1.2500	0.2000	57.1	13.2	31.2 - 83.0
1.1111	0.1000	33.8	15.4	3.59 - 63.9
1.0526	0.0500	14.5	17.5	-19.9 - 48.9
1.0204	0.0200	-7.12	20.2	-46.8 - 32.5
1.0101	0.0100	-21.5	22.1	-64.9 - 21.8
1.0050	0.0050	-34.8	23.9	-81.6 - 12.1
1.0010	0.0010	-62.0	27.6	-116 --7.77
1.0005	0.0005	-72.6	29.1	-130 --15.4
1.0001	0.0001	-95.2	32.4	-159 --31.7

Ajustement suit la loi normale $D_{80\%}=194\text{mm}$ Cette déficit s'arrive une fois chaque cinq ans

VI.8 : Sensibilité des plantes au déficit hydrique

Beaucoup d'espace cultivées possèdent une sensibilité particulière au déficit en eau, à certain période de leur cycle végétatif. Il est primordial de satisfaire les besoins hydriques de la plante pendant ces phases, besoins directement liés au potentiel finale de rendement.

On distingue ;

Des périodes sensibles, au cours desquelles les phénomènes végétatifs sont affectés (photosynthèse, taille, etc.)

Des périodes critiques, généralement lors de la phase de reproduction (floraison, fructification)

VI.9. : Effet d'un stress hydrique sur le rendement de blé dur

Après le semis des graines de blé dur, la plante commence à se développer même si elle est en stress hydrique. Toutefois, il faut quand même qu'il y ait de l'eau dans le sol. Un stress hydrique pendant la phase de croissance a pour effet de limiter le développement de la

plante. L'expansion des tiges et des feuilles sera réduite. Mais cela n'a pas d'effet direct sur le rendement. En revanche, un stress hydrique pendant la phase de pollinisation et de formation des grains peut entraîner une baisse de rendement, de par la difficulté des plantes à développer les soies (récupération du pollen) pendant la phase de pollinisation et par la diminution du temps de remplissage des grains, pendant leur phase de développement. La phase de développement des soies est la phase la plus sensible à un manque d'eau. Un stress hydrique quand les grains sont formés, n'entraînera plus de baisse rendement directement. Toutefois, cela peut entraîner une baisse de rendement.

VI.9.1 : Coefficients de réponse du rendement K_y : pour estimer les productions dues au stress hydrique, nous devons connaître les différents coefficients de réponse pour chaque phase de croissance.

$$K_y = \frac{\text{Rendement réel}}{\text{Rendement potentiel}}$$

VI.10. : Détermination des années humides et des années sèches :

Nous avons utilisé la moyenne mensuelle de 1980 /81 à 2012/2013, et calculé la différence avec les pluies mensuelles réelles.

Le tableau suivant regroupe les différences avec le nombre d'années humides et sèches.

Les valeurs positives sont les années humides , les valeurs négatives sont les années sèches.

TABLEAU VI .10 : les différences avec le nombre d'années humides et sèches

RR- RR _{moy}	28,9	35,9	42,6	53,0	49,6	49,2	40,2	39,5	38,3	Nbre mois	Nbre mois
années	sept	oct	nov	déc	janv	fevr	mars	avr	mai	Humide	Sèche
1981	-21,6	-18,6	-4,6	70,5	-38,6	-15,6	-20,4	-15,5	-33,3	1	8
1982	-28,9	-8,3	-33,9	26,4	29,9	-8	-16,4	-15,9	9,6	3	6
1983	-5,1	45,1	36,6	-19,7	-49,1	-14	-26,2	-9,3	-34,2	2	7
1984	-28,9	-32,5	-29	-33,8	-18,9	29,1	-18,8	1,7	-10,5	2	7
1985	-11,3	49,9	-2,9	64,6	-8,1	34,5	34	-30,2	9,5	5	4
1986	-25	-12,3	-3,2	-15,8	-12,2	39,9	-6,8	-11,9	-27,6	1	8
1987	-11,4	25,7	6	-5	24	34,5	-23,2	-36,5	-27,8	4	5
1988	-28,3	-17,4	26,4	-16,6	-37,5	-21,6	-3,3	3,1	-17	2	7
1989	7,2	-33,2	-26,1	117,3	-32,5	-33,5	-13,2	39,4	-25,3	3	6
1990	10,1	-24,8	-27,7	-41,1	-1,8	-49,2	18,9	-2	59,2	3	6
1991	-16,3	-11,7	-10,5	11,6	-14,5	15,9	29	-18,1	-18,9	3	6
1992	-22	38	-33	-45,8	67,7	-37,4	17,8	37,1	53	5	4
1993	2,6	11,5	31,5	-18,1	-32,2	-9,4	-28,2	-5	-16,3	3	6
1994	11,1	-20,1	-16,6	-15,4	12,1	-3,1	-35,3	14,6	-37,8	3	6
1995	43,6	18,2	21,6	-19,5	129,2	-21	39,2	-33,7	-38,3	5	4
1996	-16,2	-13,4	-23,9	-37,2	-4,9	42,6	3,9	32,2	-3	3	6
1997	-5,6	-21	-38,7	-22,3	-14,1	-37,9	-35	32,9	-16	1	8
1998	16,1	28,8	19,6	-9,9	-35,6	6	-27,8	-14,7	94,1	5	4
1999	-4	-5,8	14,8	-26,9	14,4	-3,3	35,6	-37,9	-9,5	3	6
2000	15,5	-14	-11,6	56,5	-44,4	-45,6	-30,5	-25,1	-1,3	2	7
2001	-15,8	10,8	-4,1	-11,7	58,5	-15,2	-40,1	16,3	-30,9	3	6
2002	-5,6	-31,4	-29,2	-36,3	-17,3	-21,9	-25,1	-33,7	-32,3	0	9
2003	-5,4	-24,5	36,5	24,7	100	42,6	-34,7	54,3	-6,4	5	4
2004	42,4	36,2	4,8	46,9	-12,1	-32,2	19,1	-3,3	45,3	6	3
2005	-18,9	-9,1	-5,3	44,6	3,4	24,9	-19,8	-28,3	-37,8	3	6
2006	-15,4	19,2	-6,1	2,9	20,7	9,2	-17,9	1	22,1	6	3
2007	55,3	-29,5	-6,6	10,8	-43,2	-2,2	111,7	27,7	-8,3	4	5
2008	58,2	18,1	31,2	-30,5	-40,6	-15	12,8	-31,5	47,7	5	4
2009	15,1	37,1	-4,9	7,5	15,9	-23,2	18,6	24,3	-7,2	6	3
2010	85,6	-26,5	13,3	1	-0,5	20,4	21,7	-30,7	11,2	6	3
2011	-24,9	15,7	20,1	-17,1	-21,3	45,3	-1,6	42,8	74,3	5	4
2012	-26,4	-1,5	36,9	-14,9	-31	42,1	61,9	36,4	-12,2	4	5
2013	-25,6	1,1	18,2	-46,3	34,9	23,9	1,8	21	25,3	7	2

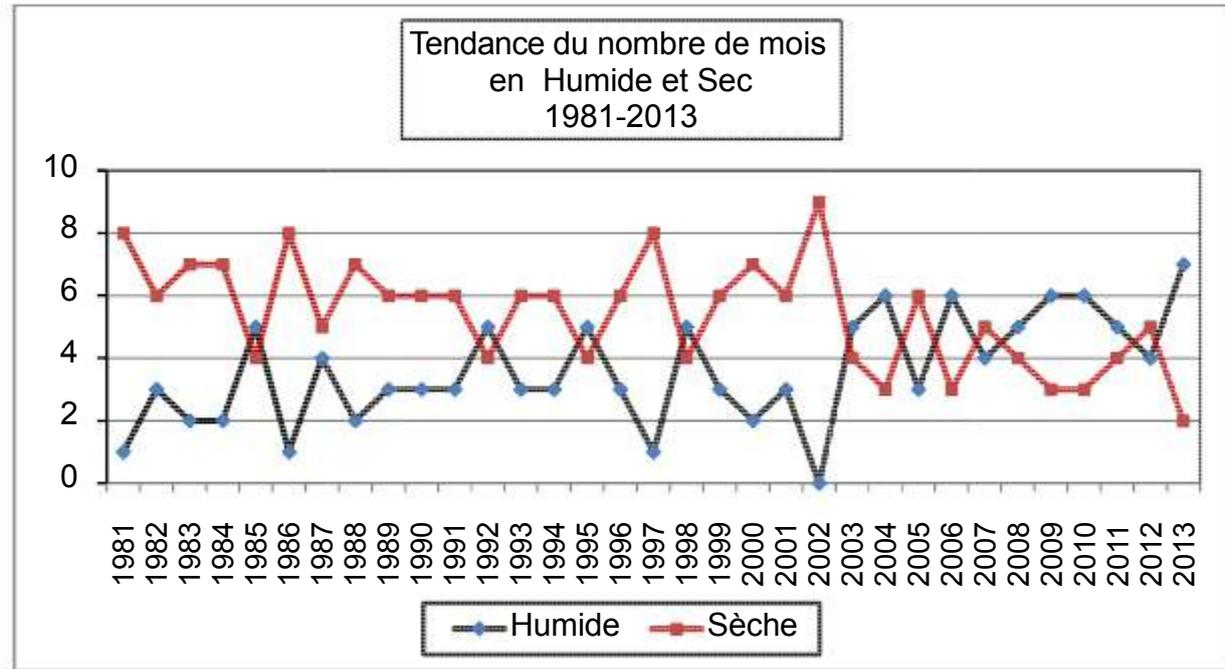


Figure VI.5: Tendance du nombre de mois en Humide et Sec 1981-2013

On remarque à travers le graphe que les années antérieures à 2003 présentent un fort taux d'années sèches, à l'exemple de l'année 2001/2002 où l'on a les neuf mois secs. On remarque qu'à partir de 2002/2003, et l'exception de 2004/2005, tous les années sont humides.

Ces années ont vu une nette augmentation des rendements des céréales tout type confondues. La remarque principale est que les déficits des mois consécutifs dépassant deux mois sont relativement important pour la période antérieure à 1995 et de moindre intensité après 1995.

Conclusion :

L'étude mensuelle des bilans mensuels durant la période 1980 – 2012 fait ressortir que 50% des années présentent un fort besoin de l'apport d'eau durant plusieurs phases phénologiques et que 35% des années le besoin est faible et que seulement la dernière phase phénologique qui a le plus besoin d'apport d'eau.

Les capacités de stockage mensuel du bassin versant sont important sur 90% des années. Cela montre que les potentialités hydrique et topographique de la région permettent de participer à l'amélioration des rendements, par l'utilisation des techniques d'irrigation les plus adaptés pour une économie d'eau.

Introduction :

L'îlot d'irrigation est par définition une entité hydraulique desservie par une borne ou prise d'irrigation.

Le projet est conçu pour que la majorité des agriculteurs puissent disposer d'une prise d'eau autonome et d'une pression suffisante pour la pratique de l'aspersion.

La prise (ou borne) d'irrigation représente le point limite du système de distribution ou l'administration du réseau d'irrigation intervenant dans la gestion de l'eau.

En aval de la prise, la gestion de l'eau est à la charge de l'exploitant, ou d'un groupe d'exploitants.

La situation foncière actuelle dans la zone d'étude est très hétérogène. La taille des parcelles et des exploitations est très variable ; et la forme des parcelles est souvent très irrégulière. Donc le découpage des îlots sera basé sur le parcellaire existant, tel qu'il a été établi par l'étude foncière.

Dans ce chapitre , nous considérons d'abord les différents facteurs concernant le dimensionnement et le découpage des îlots et examinons par la suite un exemple typique de la situation foncière de la zone d'étude , avec un découpage provisoire des îlots selon les principes indiquée ci- dessous :

V.1. CRITERES DE CHOIX DES ÎLOTS TYPES :**A-Structure foncière et taille des îlots types**

La superficie de l'îlot type devra répondre à plusieurs considération .Nous citeront quelques unes :

La typologie des parcelles agricoles projetées

La standardisation du matériel (choix des bornes commercialisées)

Le respect de la règle de Christiansen

B-Technique d'irrigation

Dans le cas de notre étude(irrigation d'appoint) la meilleure technique d'irrigation est aspersion

C-Géométrie des îlots types

Le remembrement n'étant pas envisageable aujourd'hui et pour éviter toute tension entre agriculteurs, il est recherché de faire coïncider ces limites avec celles des parcelles et à défaut avec une limite facilement matérialisable sur le terrain.

En conséquence, la définition traditionnelle d'un îlot de forme géométrique appliquée de façon répétitive n'a plus de sens.

V.1.1 Taille des îlots d'irrigation :

la taille de l'îlot doit être déterminée en fonction des facteurs suivants :

- le débit fictif continu en relation avec le débit d'équipement
- le nombre d'exploitations qui partagent une seule prise.

VI.2 Débit fictif continu :

Le débit fictif continu à la parcelle, est en général basé sur la satisfaction des besoins en eau de la culture la plus exigeante.

Le débit fictif continu se calcule par la relation suivante :

$$= \frac{B_m}{T \cdot t \cdot K} \text{ en (l/s/ha)}$$

Tel que : B_m : Besoins mensuels maximum net en m^3/ha .

T : Temps d'irrigation par jour = 20h/j.

t : Durée d'irrigation en jours = 30 jours

K : Coefficient d'efficacité globale du système d'irrigation = 0.75.

Après calcul on trouve $q_{\text{moy}} = 1.19 \text{ l/s/ha}$.

VI.3 Volume d'eau nécessaire pour chaque îlot et débit d'équipement de la borne d'irrigation

Le volume d'eau nécessaire en chaque îlot par unité de temps est exprimé moyennant le paramètre débit d'équipement ou requis par borne d'irrigation. Ce débit est obtenu en tant qu'addition des débits requis en chacun des parcelles appartenant à chaque îlot, c'est-à-dire, en chacune des prises parcelaires.

Le débit d'équipement est calculé sur la base des modèles projetés, il est défini par :

$$Q = \sum (q_i \cdot S_i)$$

q_i - débit spécifique de chaque modèle de parcelle en l / s/ ha ;

S_i - Surface du modèle de parcelle en ha;

Q - débit en l/s

VI.4 Taille de l'îlot :

Les classes de taille de l'îlot ainsi que les débits d'équipements sont indiqués au tableau suivant :

Tableau n° V-1: Débits normalisés des prises

NOM DE SURFACE	SURFACE (ha)	Q (l/s)
47	10	11,9
48	2,41	2,8679
49	1,59	1,8921
50	3,02	3,5938
51	1,71	2,0349
52	5,68	6,7592
53	11,11	13,2209
40	34,46	41,0074
46	16,97	20,1943
45	28,21	33,5699
39	28,93	34,4267
54	5,23	6,2237
56	7,33	8,7227
38	12,17	14,4823
42	8,77	10,4363
37	11,26	13,3994
36	5,22	6,2118
60	2,83	3,3677
61	2,87	3,4153
62	1,28	1,5232
63	0,93	1,1067
55	7,44	8,8536
57	0,95	1,1305
58	1,26	1,4994
59	1,46	1,7374
66	5,15	6,1285
64	1,58	1,8802
65	0,68	0,8092
39	28,93	34,4267

30	20,11	23,9309
67	2,35	2,7965

V.1.5 Découpage des îlots :

Le découpage des îlots devrait être effectué en respectant les principes suivants :

- Les limites des îlots suivant les limites de parcelles telles qu'elles sont indiquées sur les plans parcellaires.
- Les tailles des îlots sont conformes aux classes de superficies définies dans les sections précédentes.
- En général, le nombre d'exploitations regroupées dans un îlot ne devrait pas dépasser six.
- Une limite d'un îlot ne doit pas diviser une exploitation ou propriété d'un seul tenant à moins que la taille de celle-ci dépasse la superficie maximum admise pour un îlot.
- Dans le cas où une EAC ou une grande exploitation privée doit être divisée en deux îlots ou plus, ces îlots sont la mesure du possible de la même taille

V.1.6 Prise d'irrigation :

Chaque îlot sera desservi par une prise d'irrigation sur le réseau de distribution par conduites qui suivent les limites de ces îlots.

Tableau n° V -2: Choix des îlots :

Taille de l'îlot S (ha)	Débit d'équipement de la prise (l/s)
$S \leq 15$	15
$15 < S \leq 20$	20
$20 < S \leq 25$	25
$25 < S \leq 30$	30

Par conséquent, la prise serait toujours située sur la limite de l'îlot, sur le côté amont ; dans le cas de petites surfaces et au centre dans le cas de grandes parcelles.

Justification du dessin de réseau d'irrigation avec des bornes d'irrigation

Parmi les motifs principaux justifiant travailler au niveau des bornes d'irrigations, sont cités les suivants :

- a) En quoi le système est plus économique (nous réduisons les coûts) :
- b) Puisqu'on facilite la gestion de l'irrigation du périmètre
- c) Puisque le système d'irrigation est plus flexible. Celui-ci continuera à être opérationnel à moyen/long terme, puisque nous assurons une dotation d'eau par superficie. De cette façon, le système est plus flexible, et garantie que l'eau dont on dispose, puisse arriver, à n'importe quelles parcelles et cultures, sans surdimensionné le système.

V.1.7 L'emplacement des bornes d'irrigation dans les îlots :

Chaque îlot sera desservi par une prise d'irrigation sur le réseau de distribution par conduites qui suivent les limites de ces îlots. Par conséquent, la prise serait toujours située sur la limite de l'îlot, sur le côté amont ; dans le cas de petites surfaces et au centre dans le cas de grandes parcelles.

La borne est placée sur le côté haut de l'îlot, dans une position aussi centrale que possible. Cependant, on tient compte aussi de la facilité d'accès à

la borne à partir d'une route ou piste existante. Ce critère, de même que la topographie, conduit parfois à placer la borne dans un coin de l'îlot. Dans certains cas, la disposition du réseau fait que le point haut de l'îlot est éloigné de la borne. Dans le cas d'une borne qui dessert plus d'une exploitation, la borne est positionnée, dans la mesure du possible, sur la limite entre les exploitations.

IV.2.Optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif de distribution

Ayant déterminé les débits de pointe à transiter. On est amené à calculer les diamètres des canalisations satisfaisant aux conditions techniques et donnant le coût minimum. Pour ce faire, on doit disposer des données suivantes :

- Tracé du réseau, donc longueur de chaque tronçon.
- Débit à transiter pour chaque tronçon.
- Conditions aux limites aval, c à d côtes piézométriques minimum à assurer.
- Condition à la limite amont, côte piézométriques disponible à l'entrée du réseau.
- Vitesse minimum et maximum admises dans les tuyaux.

IV.2-1.Calcul Des Diamètres

Ayant ainsi déterminé les débits de canalisations à transmettre pour chaque flots, pour suit on fait la détermination des diamètres, pour ce la on utilise la formule suivante:

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

Au début on va fixe la vitesse en **1,1 m/s**, dans ce cas on a déterminé le calcul de diamètre il faut normalise les résultats en fonction de la dimension commercial des conduites.

Puis on corrige la vitesse.

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

IV.2-2.La vitesse admissible

La fixation d'un seuil minimum de vitesse admissible dans les conduites, ne correspond pas véritablement à un impératif technique et n'a pour objectif, que l'introduction d'un seuil raisonnable de diamètre maximum envisagé, pour transiter un débit donné .Ceci nous permettra d'accélérer le calcul d'optimisation. Par contre, la fixation d'un seuil maximum de vitesse tolérée correspond à un compromis entre :

- La recherche d'économisée le coût d'investissement.
- Les risqué de corrosion.
- En général dans le projet d'irrigation on prend la vitesse entre (0,5-2) m/s.

IV.2-3.Calcul des pertes de charges

a) Pertes de charge linéaires

Pour un tronçon donné, les pertes de charge linéaires dépendent de:

- Diamètre D de la conduite en (m);
- Débit Q en (m³/s);
- La rugosité absolue ϵ exprimée en mm;
- La longueur du tronçon L en (m).

$$\Delta H_l = I * L = \lambda \frac{L V^2}{D 2g} \quad (\text{Formule de Darcy-Weisbakh})$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 * \text{Log} \left(\frac{\epsilon}{3,7 * D} + \frac{2,51}{R_e * \sqrt{\lambda}} \right) \quad (\text{Formule Colebrook})$$

$$R_e = \frac{V * D}{\nu}$$

V: vitesse moyenne d'écoulement en (m/s).

I: gradient hydraulique en (m/m)

Le coefficient λ est obtenu par les formules suivantes:

R_e : Nombre de Reynolds ;

V : vitesse d'écoulement dans la conduite (m/s) ;

D : diamètre de la conduite (m) ;

ν : viscosité cinématique de l'eau (10⁻⁶ m²/s).

b) Pertes de charge singulières

Elles sont occasionnées par les singularités des différents accessoires de la conduite (Coude, vannes, clapets,.....) Elles sont estimées à 10 % des pertes de charge linéaires pour une adduction ou conduite longue.

$$\Delta_s = 0,1 \times \Delta_l$$

c) Pertes de charge totales (ΔH_t)

Ce sont la somme des pertes de charge linéaires et les pertes de charge singulières, alors:

$$\Delta = \Delta + \Delta$$

$$\Delta = 1,1\Delta$$

IV.2-4. Vérification de l'écoulement

Par l'utilisation de logiciel EPANET 2.0 (v. Française) on fait la simulation pour vérifier les résultats calculés manuellement logiciel fonctionne par introduction des données suivant :

Les coordonnées des bornes et des sources d'eau (X ; Y ; Z) ;

On relie les bornes entre eux par des conduites qu'elles appellent des arcs

Introduire les caractéristiques des arcs (rugosités, longueurs, diamètres...)

Puis en introduire la courbe de modulation qui est le paramètre qui nous donne quand on a l'heur de pointe, pour retiré les vitesses, les pertes de charges, les pressions pendant l'heur de pointe.

On analyse les résultats de simulation si les paramètres sont aux normes on les prendre si non on va modifier sur les diamètres ou les altitudes pour corrigé le régime d'écoulement.

Remarque : On résume les résultats des calculs aux tableaux récapitulatifs :

N° (3, 4,)

qu'ils donnent les résultats de la simulation avec EPANET2.0

Tableau V.3 : Calcul hydraulique

conduites	du nœud	au nœud	Longueur (m)	diamètre (mm)	débits (l/s)	vitesse (m/s)	Δ	matériaux
TS-N1	TS	N1	500	500	323	1,64	0,50	PEHD
N1-N2	N1	N2	500	500	262	1,33	0,20	PEHD
N2-N3	N2	N3	400	500	249	1,26	1,40	PEHD
N3-N4	N3	N4	300	400	171	1,36	1,15	PEHD
N4-B	N4	B	455	160	16	0,79	0,5	

Tableau V.4 : Calcul hydraulique

noeud	Altitudes	Cote piézo (m)	pressions (Bar)
TS	623,54	663,54	4
N1	625,34	668,34	4,3
N2	620,48	662,48	4,2
N3	620,96	655,96	3,5
N4	614,87	652,87	3,8
B	612,83	649,83	3,7

Conclusion

Le réseau d'irrigation projeté est de type ramifié avec distribution à la demande et il couvre les besoins en eau de secteur 2 pendant la période de pointe sur une superficie d'environ de 611 ha.

Ce réseau est conçu pour une utilisation de l'eau par gravité à partir de la chambre de vanne projeté avec le barrage (CVB)

Le réseau de distribution est formé d'une conduite principale est de conduites secondaires en PVC de diamètres variables et de pression nominale PN10 bars desservant des bornes d'irrigation projetées au niveau des ilots d'irrigation.



INTRODUCTION :

Le choix du mode d'irrigation dépend de certains facteurs techniques et sociologiques.

Les facteurs techniques englobent le type de culture, le type de sol, la structure parcellaire, la topographie et la qualité d'eau.

VI.1. LES TECHNIQUES ADAPTEES A L'IRRIGATION D'APPOINT

L'irrigation d'appoint est une irrigation comme les autres et a priori les techniques à utiliser ne diffèrent pas de celles utilisées pour l'irrigation pérenne.

Cependant si on tient compte de la nécessité d'économie de l'eau imposée par la faiblesse très probable des ressources en eau dans les zones céréalières et de la topographie souvent irrégulière de ces zones, on est amené à écarter l'irrigation gravitaire des techniques envisageables pour l'irrigation d'appoint, sauf cas particulier bien sûr.

D'autre part afin d'assurer la rentabilité de l'irrigation d'appoint la technique à utiliser doit avoir un coût peu élevé. Nous avons déjà écarté pour cette raison le schéma avec réseau collectif sur une grande superficie. Pour la même raison on est amené à écarter l'irrigation localisée qui est plus adaptée aux cultures en ligne ayant une forte valeur ajoutée.

Il ne reste alors à notre avis que l'irrigation par aspersion pour laquelle existe une large gamme de techniques plus ou moins sophistiquées depuis les rampes d'asperseur déplacées manuellement à la rampe pivotante automotrice et autres machines (J'arrosage que nous vous présentons sommairement dans ce qui suit.

VI.2 Irrigation par aspersion :

Ce système simule l'apport d'eau des pluies. Il consiste à distribuer l'eau par des conduites sous pression et à les appliquer à travers des diffuseurs sous forme de pluie. De cette manière, on cherche à appliquer une lame qui sera capable de s'infiltrer dans le sol sans produire de ruissellement.

VI.2.1. Avantages et inconvénients de l'irrigation par aspersion

Avantages de l'irrigation par aspersion.

- Peut être utilisée dans une grande variété de sols, même pour ceux qui exigent des irrigations fréquentes et légères, sachant que la quantité d'eau appliquée uniquement se fait en fonction du temps. S'adapte très bien aux sols perméables (sableux) ou très imperméables (argileux).

Permet d'obtenir un degré plus élevé d'automatisation, avec la conséquente économie en main d'œuvre que cela suppose.

- Présente une superficie utile élevée, puisqu'en général les conduites sont souterraines, et on peut se passer des canaux d'irrigation et canaux existants.

- Certains permettent l'application de fertilisants, de traitements phytosanitaires et un contrôle des gelées.

- Très efficace dans le lavement des sels, puisque l'eau se déplace dans le sol dans un état de sous – saturation, en circulant par les pores les plus petits, qui sont plus en contact avec la solution du sol.

- Si l'irrigation est bien appliquée, elle ne cause pas de grands dommages par érosion.

- Il n'y a pas de nécessité de nivelage préalable, ce qui permet, en plus de la conséquente économie, de maintenir la fertilité naturelle du sol.

- Permet d'établir des calendriers d'irrigation très perfectionnés, puisqu'on dispose d'un contrôle parfait sur le dosage appliqué pour chaque irrigation, avec laquelle on obtient un économie d'eau.

Inconvénients

- Le coût élevé de l'investissement initial par unité de superficie (bien qu'il faut considérer qu'il est inversement proportionnel à la grandeur de la parcelle), et les dépenses dérivées du besoin de fournir une pression au réseau.
- Dans quelques cultures, et selon les périodes, on peut trouver des problèmes liés aux plaies et aux maladies. Cela peut également rendre plus difficile la fécondation, lorsqu'on irrigue en période de floraison.
- Peut également laver les produits phytosanitaires préalablement appliqués à la partie aérienne de la culture. Cela se solutionner avec une bonne programmation
- Mauvaise uniformité et problèmes d'évaporation, lorsqu'il y a des vents forts.
- Ne peut être utilisée quand les eaux sont salines, puisqu'en s'évaporant, cela augmente la concentration de sels à la surface des cultures.

Types d'irrigation par aspersion

Selon sa mobilité dans la parcelle, on classifie les systèmes d'irrigation par aspersion en **saisonniers**, lorsqu'ils restent dans la même position durant l'irrigation, ou **mécanisés** quand ils se déplacent pendant la distribution de l'eau d'irrigation.

Systemes saisonniers

Les systèmes saisonniers, se subdivisent en:

VI.2. 2.Irrigation par aspersion non mécanisée Systèmes mobiles

Les systèmes d'irrigation par aspersion non mécanisés sont ceux dont le déplacement est réalisé manuellement. Il comporte toujours des organes d'arrosage appelés asperseurs montés sur des tuyauteries qui, elles-mêmes, sont alimentées par d'autres conduites branchées sur la station de pompage ou sur la borne délivrant l'eau d'un réseau d'irrigation sous pression.

L'équipement peut être suivant les cas partiellement ou complètement mobile entre les postes d'arrosage.

Pour que le déplacement soit facile, les tuyauteries mobiles sont légères (aluminium, polyéthylène...) et munies de pièces de raccordement que l'on manipule rapidement.

Les principales techniques de mise en œuvre des équipements d'irrigation non mécanisés sont celles indiquées ci-après:

NI Tout l'équipement est utilisé sur plusieurs positions pendant la campagne d'arrosage, les rampes portant les asperseurs l'étant sur un plus grand nombre de positions que les conduites d'adduction (cf. Schéma n°1).

- Les rampes porte-asperseurs et les asperseurs sont utilisés en plusieurs positions pendant la campagne d'arrosage, les conduites d'adduction jusqu'aux rampes restant fixes (Schéma n°2).
- Dans le cas particulier où les asperseurs sont montés sur tuyaux souples, toutes les conduites d'adduction sont fixes, les asperseurs sont déplacés par un homme qui tire sur le tuyau souple (Schéma n°3).

L'aspersion non mécanisée peut être utilisée pour l'irrigation de petites et moyennes exploitations (2 à 10 ha) avec un faible débit (2 à 5 l/s). Son inconvénient est qu'elle exige une main d'œuvre importante, notamment pour le déplacement des rampes porte-asperseurs.

Systèmes semi - fixes, où le groupe de pompage et le réseau de conduites principales sont fixes, et auxquelles sont connectés les embranchements d'irrigation, qui dans ce cas sont effectivement mobiles.

Systèmes fixes, où aucun des éléments n'est déplacé pendant l'irrigation. Dans les systèmes fixes enterrés, on remarque la couverture totale, dans laquelle le design du cadre d'irrigation le plus adéquat, prend beaucoup d'importance puisque il ne pourra pas être modifié facilement. L'ouverture et fermeture des vannes dans ce système peuvent être facilement automatisées.

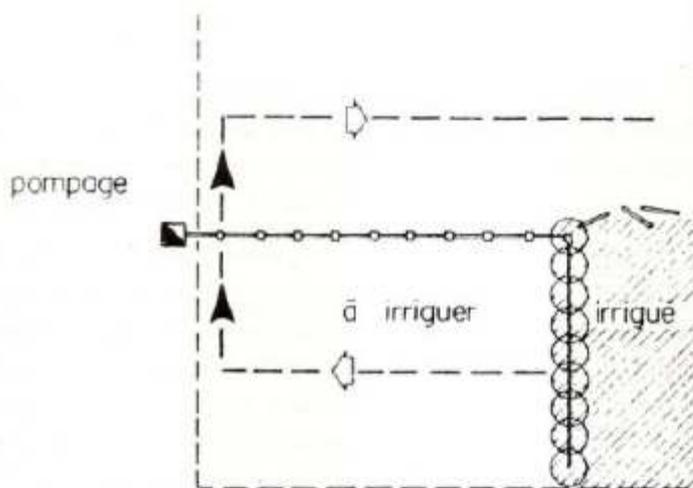
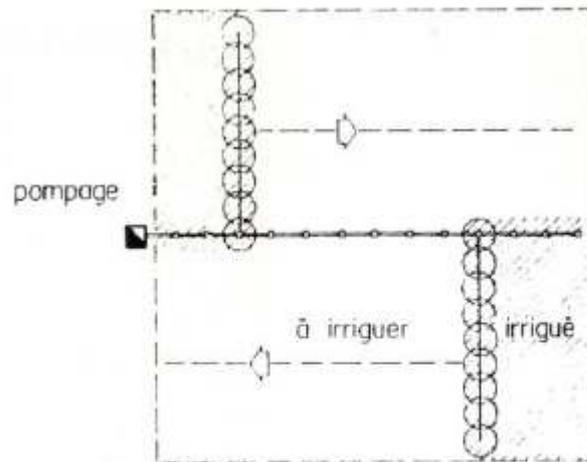
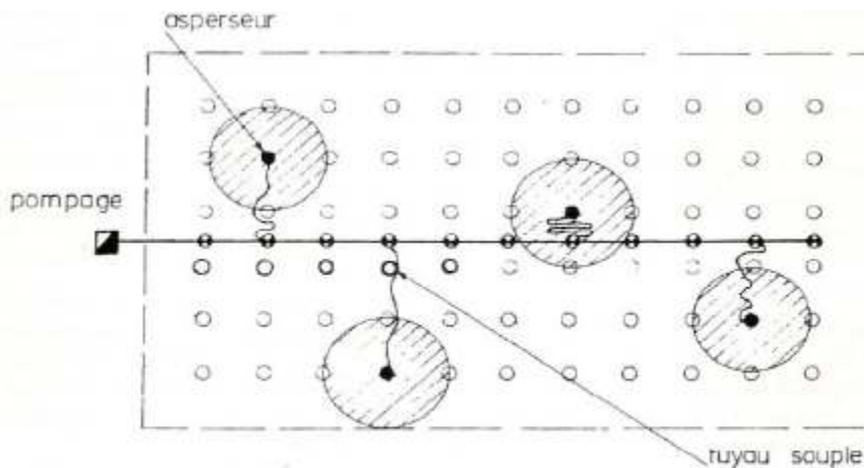


Fig 1 : Schéma d'un réseau entièrement mobile



2 : Schéma d'un réseau dans lequel la partie mobile correspond aux rampes porte-asperseurs



3 : Schéma d'un réseau avec asperseurs montés sur tuyaux souples



**Figure 4 : Système d'aspersion fixe
(Couverture totale)**

*

Systèmes mécanisés

Il existe également différents systèmes d'irrigations par aspersion mécanisés :

- **Les canons motorisés** consistent en un asperseur de grande portée et d'apport important, ce pourquoi ils fonctionnent avec une pression élevée et forment des gouttes assez grandes.

On l'utilise pour fournir des irrigations de support ou pour des cultures de faibles nécessités.

Le principal **avantage** vient du fait, qu'ils sont adaptés pour fournir des irrigations d'appui à des cultures avec de faibles nécessités d'irrigation. Assez utilisés en zones semi-humides.

Le principal **inconvénient** est qu'ils requièrent une pression élevée et forment des gouttes assez grandes.



Figure 6 : Canon d'irrigat

• **Le pivot** est un embranchement d'irrigation avec une extrémité fixe, par laquelle il reçoit de l'eau et de l'énergie électrique, et une autre mobile qui décrit un cercle autour du premier. La longueur totale de l'équipement varie entre les 60 et 800 m. Ce type d'équipements irrigue une surface de forme circulaire, c'est pourquoi il paraît inévitable que, si la parcelle ne présente pas cette forme, il reste des zones qui ne seront pas irriguées.

Avantages

- Permet d'arroser de grandes surfaces de culture.
- N'interfère pas dans les autres travaux de mécanisation.

Inconvénients

- Requiert un grand apport en eau et une prise de courant électrique qui permettra la mécanisation du système.
- S'ajustent uniquement à des parcelles circulaires, ce pourquoi il peut y avoir des zones qui ne seront pas cultivées, puisque ces zones ont profité jusqu'à présent, et seulement de manière justifiée des aides de la PAC, aux cultures extensives.



Figure 7 : Irrigation par pivot

• **Les Rangers** consistent en un embranchement d'irrigation monté sur des roues automotrices, qui se déplacent dans le sens perpendiculaire à l'embranchement d'irrigation de sorte, qu'ils arrosent des surfaces de forme rectangulaire. L'approvisionnement en eau est mené à bien, au moyen d'un manche flexible traînée par la même équipement, ou directement depuis une conduite parallèle à l'avancement de l'équipement. Ils disposent en

plus d'un système qui permet de tenir la conduite alignée de sorte, que des dommages ne soient pas causés à la culture ou que l'équipement ne sorte pas de la parcelle.



Figure n° 18 : Ranger. Irrigation par avancement frontal

- **Avantages**

- Comme ils s'ajustent à des parcelles rectangulaires, les zones non irriguées ne sont pas si grandes.

- **Inconvénients**

Pour la prise d'eau, elle a besoin de la construction d'un canal parallèle (le limitant à des zones sans grandes pentes) ou d'un manche de grandes dimensions.

Le correct alignement de la conduite est très important, puisqu'une déviation dans le parcours, peut provoquer que les roues occasionnent des dommages dans la culture et que l'équipement sorte de la parcelle.

Equipement

Plusieurs dispositifs peuvent être envisagés. Parmi ces dispositifs, les plus répondus et qui conviennent le mieux pour le périmètre Beni Slimaine sont :

i) –Equipement classique : Rampes rigides déplaçables :

Les rampes sont constituées principalement par des tuyaux métalliques en alliage léger, disposés sur le sol équipés de raccords rapides et déboitables. Ces rampes portent

des asperseurs montés sur des rallonges hauteurs adaptées aux cultures à irriguer.

ii) – Equipement Semi –Mobile avec rampes souples et asperseurs sur traineaux :

les rampes sont identiques à celles utilisées dans l'équipement classique mais alimentant des batteries de traineaux porte – asperseurs par l'intermédiaire de tuyaux souples en matière plastique . La partie mobile est constituée par des trainaux . Les rampes n'interviennent en déplacement qu'après avoir balayer toute la superficie irrigable par l'ensemble des asperseurs.

Equipement semi –fixe avec rampe souples et asperseurs sur trainaux :

C'est un équipement identique au précédent, sauf que la seule intervention consiste à déplacer les trainaux porte – asperseurs en les tractant par l'intermédiaire de tuyaux souples.

VI.3 – Les contraintes intervenant dans le choix de Types d'irrigation :

Le choix de la technique d'irrigation parmi celles citées précédemment se fait sur la base de l'analyse des différents modes d'irrigation et leur adaptation à certaines contraintes naturelles, agronomiques, techniques et socio- économiques

VI.3.1 Contraintes naturelles :

a)- L'évaporation :

Durant la période sèche de l'année, l'évaporation devient considérable sur leseaux diffusées sous forme de pluies artificielles.

Dans le cas du périmètre, durant les mois estivaux (Juillet et Août).

b) – le vent :

Dans le cas du périmètre de Beni Slimaine, les vents sont irréguliers, ils ont

des vitesses fréquentes varient de 2-4 m/s (7 .2Km /h14.4

Km /h) , ont une direction dominante Ouest , les mois

d'été (Juillet – Août) et septembre , les vents sont de direction Nord– Ouest .

c) – La topographie : (le relief)

La topographie est un facteur limitant dans le choix de la technique

d'arrosage, malgré que le périmètre forme l'alignement des montagnes qui se succède de Sétif à Berouaghia. La plaine de Beni Slimane est considérée comme le prolongement occidental de la dépression du Soummam.

d) – Qualité chimique de l'eau d'irrigation :

L'irrigation par aspersion qui utilise de l'eau salée peut causer des dégâts aux cultures en cas d'absorption de sels par les feuilles.

Les dégâts aux cultures sont causés par l'absorption soit de sodium, soit de

chlorure, le problème devient plus grave encore dans des conditions d'évaporation élevée, de hautes températures.

VI.3.2 Contraintes agronomiques :

Parmi les facteurs agronomiques qui interviennent dans le choix de la technique d'arrosage on retient :

a) – les risques sanitaires :

Exemple : Brûlure des feuilles lorsque l'eau est concentrée en chlore en cas d'aspersion

Cette contrainte ne s'oppose pas au choix de la technique d'irrigation dans le périmètre de Beni Slimane.

b) – Risque d'asphyxie des plantes en cas de stagnation prolongée de l'eau en surface :

Le cas du périmètre de Beni Slimane, le sol est peu perméable ; l'irrigation de surface peut se faire mais avec précautions.

c) – la taille des cultures agricoles :

Selon qu'il s'agisse des cultures pérennes ou non pérennes, pour notre cas les cultures sont non pérennes (céréales) .

VI.3.3 Contraintes techniques et Socio – Economiques :

Parmi ces facteurs on cite les contraintes les plus importantes qui sont :

- 1) la connaissance de la technique par le paysan (Fellah).
- 2) Economie d'eau.
- 3) Contrôle de la salinité

Conclusion :

Le choix de la technique d'irrigation peut être également influencé par les types de livraison de l'eau au niveau de l'exploitation, en particulier la distribution d'eau aux prises d'irrigation sous haute pression et à la demande faciliterait et encouragerait l'utilisation de l'irrigation aspersion non mécanisée. Systèmes semi- mobiles.

VI.4 Projection d'un système d'irrigation par aspersion classique sur une parcelle de céréales

On va projeter une installation d'aspersion semi-mobile comprenant des canalisations principales fixes et des rampes mobiles. Pour ce fait on va prendre un îlot qui va servir de modèle pour tous les autres, îlot sur une superficie égale à 10 Ha.

VI.4.1 détermination du diamètre d'ajutage, du nombre d'asperseur et du nombre de rampes :

VI.4.1.1 Le diamètre de l'ajutage :

La perméabilité du sol $K = 6.5 \text{ cm/h}$.

On pose $p \leq k$ tel que p : pluviométrie de la buse.

Le diamètre de la buse se calcul par la relation suivante

$$= \frac{1,5 \times}{1,04}$$

$$= \frac{1,04 \times}{1,5} = 4,16$$

D'après la fiche technique d'un arroseur Figure annexe (5), le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de 4,2 mm.

VI.4.1.2 la portée du jet (L) :

La portée du jet se calcul par l'équation suivante :

$$L = 3 \times d^{0.5} \times h^{0.25}$$

Tel que d : diamètre de la buse (mm)

h : pression à la buse (m)

$$L = 3 \times 6^{0.5} \times 35^{0.25} = 15m$$

Comme cette formule demande encore plus de précision on va prendre la valeur du Figure annexe (5), pour le diamètre de la buse de 4,2mm à une pression de 3,5 bars la portée est de 15.8m.

VI.4.1.3 Calcul des écartements entre les rampes et arroseurs :

Les normes américaines recommandent l'écartement maximum suivant :

E_l entre les lignes d'arrosage : 1.3 à 1.02 L.

E_a entre les arroseurs sur la rampe : 0.8 à 0.5 L.

Les valeurs maximales correspondent à des conditions de vent peu violent (<10Km/h).

Les valeurs minimales à des conditions correspondent à des conditions de vitesse de vent assez dures (>15Km/h).

Notre zone d'étude présente des vitesses maximales de vents de l'ordre de 2.5 m/s = 14.4 Km/h, donc on prend les valeurs maximales :

$$E_l = 1.3 \times 15 = 19,5m$$

$$E_a = 0.8 \times 15 = 12m$$

On prend les valeurs normalisées des écartements qui sont des multiples de 6. donc

$E_l=18m$, $E_a=18m$.

VI.4.1.4 Calcul du débit de l'asperseur :

Le débit d'un asperseur se calcul par la relation suivante :

$$= 0,95 \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times \sqrt{2gh}$$

$$q=1,24 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ou bien à partir du Figure annexe (5) on trouve $q = 1,23\text{m}^3/\text{h}$

VI.4.1.5 Vérification de la pluviométrie de la buse :

Si on admet que l'écartement est proportionnel à L, la pluviométrie horaire p en (mm/h) peut être appréciée via la relation :

$$p = \frac{q}{L}$$

Donc $p = \frac{1,24}{0,22} = 5,69\text{mm/h}$

Donc le diamètre d de la buse assurera une pluviométrie $P \leq K=6,5\text{mm/h}$.

VI.4.1.6 Le temps nécessaire pour donner d'une dose par 1 asperseur

Le temps T pour donner une dose sans dépasser la capacité d'infiltration se calcul d'après la relation suivante :

$$T = \frac{D}{q}$$

$$= \frac{2}{3} \times (H_r - H_{pf}) \times \frac{1}{q}$$

Tel que

H_r : humidité au point de rétention.

H_{pf} : humidité au point de flétrissement.

h : profondeur racinaire.

D_a : densité apparente.

D'après l'annexe de l'humidité et d'après la texture du sol qui est un sol argileux on trouve $R_u = 68\text{mm/m}$. pour les céréales la profondeur d'enracinement

$$h = 0.5\text{m},$$

$$R_{FU} = 2/3 R_u ; \text{ donc } : R_u = 45\text{mm}.$$

Le temps nécessaire $T = \frac{h}{R_u} = 7,90 \sim 8h$

Donc on pourra adapter deux positions par jour pour un asperseur, ce qui donne un temps de fonctionnement d'un asperseur par jour égal à 14h.

V.4.1.7 volume fourni par 1 asperseur pendant 1 mois :

$$V = \text{nombre de positions par jour} \times \text{nombre de jour par mois} \times \text{dose} \times E_l \times E_a$$

$$V = 2 \times 20 \times 0.045 \times 18 \times 18 = 583,2 \text{ m}^3.$$

V.4.1.8 Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle :

$$V_t = \text{besoin mensuel en eau} \times S = \text{m}^3.$$

$$V_t = 1940 \times 10,125 = 19642,5 \text{ m}^3$$

V.4.1.9 Le nombre d'asperseurs :

Le nombre d'asperseurs se calcul par le rapport entre toute la quantité d'eau à épandre durant le mois de pointe sur la quantité que peut apporter un seul asperseur.

$$= \frac{V_t}{V}$$

$$N = 33 \text{ asperseurs}$$

VI.4.1.10 calcul du nombre de rampes

$$\text{La longueur de la rampe } : L_r = \frac{V_t}{N \times V} = \frac{19642,5}{33 \times 583,2} = 119$$

$$\text{Nombre d'asperseurs par rampe } : N_a = \frac{L_r}{L} + 1 = 8 \text{ asperseurs}$$

$$\text{Nombre de rampes } : N_r = \frac{V_t}{N_a \times V} = 4$$

Le débit de la rampe = le débit de l'asperseur \times le nombre d'asperseur/ rampe.

$$=1,23 \times 8 = 9,84 \text{ m}^3/\text{h}$$

Nombre de position de rampes : $\frac{L}{l} = \frac{200}{10} = 20$

$$\text{Nombre de poste : } N_p = N_r \times \frac{L}{l} = 20 \times 2 / 4 = 10 \text{ post}$$

$$\text{Le débit total par nombre de rampes : } 9,84 \times 4 = 39,36 \text{ m}^3/\text{h}$$

VI.5. Dimensionnement des canalisations :

L'expression générale des pertes de charges linéaire dans les tubes est calculée

Généralement par une formule de type Manning :

$$j = a \frac{Q^b}{D^c}$$

Avec : j : perte de charge unitaire en m/m

Q : débit en m^3/s .

D : diamètre de la canalisation en m.

La formule de Manning correspond aux paramètres suivants

$$a=10.294 \text{ n}^2; \quad b=2; \quad c=5.333$$

Soit une rampe équipée de m asperseurs, implantés à un écartement E , avec un asperseur disposé à une distance E du début de la rampe. La perte de charge totale dans la rampe est :

$$\Delta H = \left[\frac{a \cdot Q^b}{D^c} \right] \cdot E \cdot \frac{1}{m^b} \sum_{i=1}^m i^b$$

Le premier terme entre crochets représente la perte de charge unitaire j provoqué par le débit Q entrant dans la rampe de diamètre D .

Le deuxième terme peut définir une longueur fictive de la rampe L_f , par laquelle il suffit de multiplier la perte de charge unitaire j pour obtenir la perte de charge totale de la rampe.

$$\Delta H = j \cdot L_f$$

$$L_f = \frac{2 \cdot E + 1 \cdot (E + 1)}{6}$$

E : l'écartement

m : nombre d'asperseurs

$$L_f = 57,38$$

Pour l'aspersion le plus défavorisé, le trajet le plus long est donc de $(392,1 + 119 = 511,1 \text{ m})$ en valeur réelle et de $(392,1 + 57,38 = 449,48 \text{ m})$ en longueur fictive.

Règle de Christiansen : L'irrigation est considérée comme régulière si la différence de pression entre la position d'aspersion la plus favorisée de la parcelle et la moins favorisée n'excède pas 20% de la pression nominale de fonctionnement de l'aspersion, ce qui correspond à une variation de débit de l'ordre de 10%.

La pression de fonctionnement de l'aspersion est de 3.5 bars. L'application de la règle de Christiansen conduit à imposer une perte de charge maximale de 0.7 bars (7m . c. e) entre l'aspersion le plus défavorisé (à l'extrémité du trajet de 162,48 m) et l'aspersion le plus favorisé (au voisinage de la desserte). La perte de charge unitaire moyenne sur ce trajet serait donc :

$$i = \frac{0,7}{162,48} = 0,016$$

VI.6 Diamètre de la conduite d'approche :

Les conduites en aluminium à accouplement rapide, disponible sur le marché ont les diamètres suivants : 49.9 ; 68.9 ; 75.1 ; 100.4 ; 125.5 ; 151 et 201.5mm.

Le diamètre minimum admissible se calculera sur la base de la vitesse maximale admissible (1.8 m/s) :

$$D_{\min} = \frac{408.24}{\sqrt{1.8}} = 87,96 \text{ mm}$$

Seule les conduites de diamètre 100,4 à 125,5 mm respectent cette condition.

Les diamètres économiques se calculent sur la base des vitesses économiques (entre 1.25 et 1.5 m/s) :

$$96 \text{ mm} < D_{\text{éco}} < 105 \text{ mm}$$

Cette condition fait apparaître que le diamètre 100.4 mm est le plus approprié.

Le diamètre pour lequel on admet une perte de charge maximale unitaire de 0.016m/m sera :

$$D = \sqrt[5.333]{\frac{0.00103 \cdot Q^2}{J}}$$

$$D = \frac{109.2}{\sqrt{0.016}} = 109 \text{ mm}$$

Seule les conduites de diamètre 125,5 à 151 mm respectent cette condition.

-Le choix se portera en vu de ces trois contraintes sur la conduite de diamètre 125,5 mm.

Les pertes de charge réelles dans la conduite d'approche, pour le diamètre 125.5 mm sont

$$\Delta h = i \times L = 0.0078 \times 449,47 = 3,54 \text{ m.c.e}$$

VI.7 Diamètre de la rampe :

La perte de charge disponible pour la rampe la plus défavorisée sera donc de :

$$(7 - 3,54) = 5,65 \text{ m.}$$

La longueur fictive de la rampe étant de 60.06 m, la perte de charge unitaire disponible sera égale à :

$$i = \frac{5,65}{60,06} = 0,094$$

Le diamètre minimum admissible qui correspond à la vitesse maximum admissible sera égal à

$$D_{\min} = \frac{0,315 \cdot \sqrt{0,094}}{0,4} = 43,91$$

Les conduites qui correspondent à cette condition sont celles ayant des diamètres allant de 68.9 mm à 75,1 mm

Les diamètres à retenir suite aux conditions de vitesses économiques sont :

Pour $1.25 < v < 1.5 \text{ m/s}$ on a $48,10 > D_{\text{éco}} > 52,69 \text{ mm}$.

Donc le diamètre le plus approprié est $d = 68,9 \text{ mm}$.

-Le diamètre pour lequel on admet une perte de charge maximale unitaire de 0.098m/m est :

$$D = \sqrt[5.333]{\frac{0.00103 \cdot Q^2}{J}}$$

$$D = \sqrt[5.333]{\frac{0,00103 \cdot 100^2}{0,098}} = 50,33 \text{ mm}$$

Les diamètres qui correspondent à la condition sont ceux allant de 49,9mm jusqu'à 201.5mm.

Le diamètre retenu pour la rampe et qui satisfait ces trois conditions est celui de 68.2mm.

La perte de charge unitaire provoquée sur la rampe sera :

$$i = \frac{a \cdot Q^b}{D^c}$$

Donc : $i=0,013$

Les pertes de charge sur la rampe :

$$\Delta H = 0,013 \times 57,337 = 0,74 \text{ m}$$

Les pertes de charge sur l'installation seront égales à

$$\Delta H_t = \Delta H \text{ conduite d'approche} + (2 \times \Delta H \text{ de la rampe})$$

$$\Delta H_t = 3,54 + (2 \times 0,74) = 5,02 \text{ m.}$$

Remarque : L'écart de pression de 20% (7m) tolérée par rapport à la pression nominale n'est pas dépassé.

VI.8 La pression d'eau à la borne de distribution :

La pression d'eau que doit fournir la borne de distribution de l'îlot est égal à la somme des pressions nécessaires pour la parcelle irriguée par aspersion

$$P = 3,5 \text{ bars.}$$

$P = 3,5$ bars est la pression d'eau nécessaire qu'il faut fournir pour irriguer l'îlot choisi. Pression que devra assurer la borne installé dans notre îlot type

Conclusion

Dans ce chapitre on finalise notre projet par le dimensionnement d'un réseau

Par aspersion qui 'est fait pour les céréale culture qui permettre de

connaitre les déférents paramètres de dimensionnement ou de projection d'un réseau

aspersionqui est la technique d'irrigation la plus utilisables à l'instant pour ca

influence économique et de coté rendement.

CONCLUSION

L'analyse des résultats de cette étude montre que dans plusieurs cas la quantité d'eau à apporter mensuellement n'est pas importante pour sauver toute la saison agricole.

Durant la dernière décennie à l'exception de l'année 2001/02 (rendement nul), le rendement des céréales a connu une importante augmentation en relation avec une bonne pluviométrie

L'étude des pluies mensuelles a montré une grande variabilité mensuelle, annuelle, et décennale. La décennie 80 a connu une moyenne de 330 mm avec un rendement très faible.

Plusieurs études dans ce domaine ont montrées l'importance et l'intérêt de l'irrigation.

Des expériences ont été réalisées par l'ITGC, l'Institut d'Agronomie d'El Harrach (INA) et des particuliers ont tous aboutit à des résultats satisfaisants.

On cite l'exemple de l'expérience réalisée au niveau de l'INA par A. Mouhouche et A. Bourahla en 2003 qui a montrée l'importance de la réponse à l'eau d'une culture de blé dur conduite sous différents régimes hydriques et qui a pour but de quantifier les effets bénéfiques d'une irrigation d'appoint apportée à différentes phases phénologiques de la période de reproduction sur les principales composantes du rendement.

La comparaison des résultats obtenus confirme grandement l'intérêt de l'irrigation d'appoint pour améliorer la production. Le rendement est multiplié par deux, sinon un peu plus.

L'investissement dans ce domaine est rapidement amortissable et permet de libérer des terrains pour d'autres cultures.

BIBLIOGRAPHIE

B . MAHOUCHE, ETUDE D'IRRIGATION D'APPOINT

Pierre-Emile Van Laere, Mémento irrigation, Bruxelles – Belgique, 2003, 15 pages

Collection “Manuels Techniques”

TOUAIBIA Bénina, Manuel pratique d'hydrologie, Blida Algerie,

Mars 2004. 166 pages.

Sitographie :

Walker WR (1989), Guidelines for designing and evaluating surface irrigation systems. Rome, Italy, FAO. Disponible sur Internet, consulté le 5 février 2012 :

<http://www.fao.org/docrep/T0231E/t0231e00.ht>

ANNEXE 1

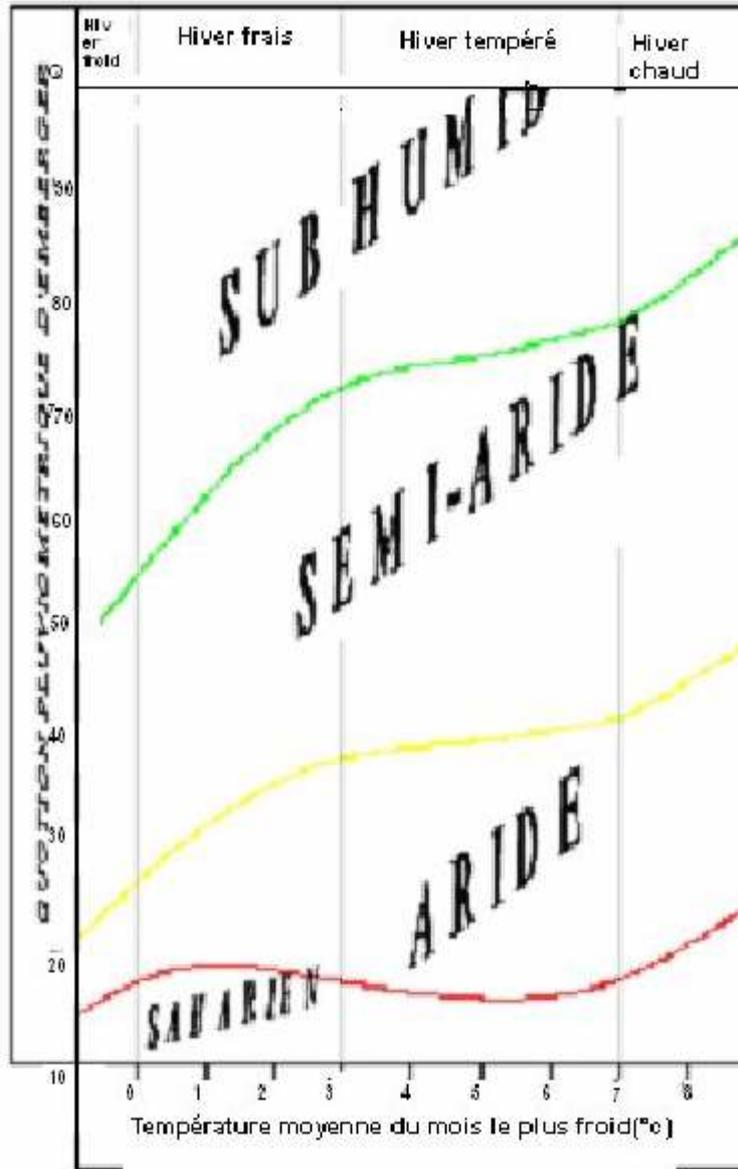


Diagramme bioclimatique d'Emberger

ANNEXE 2

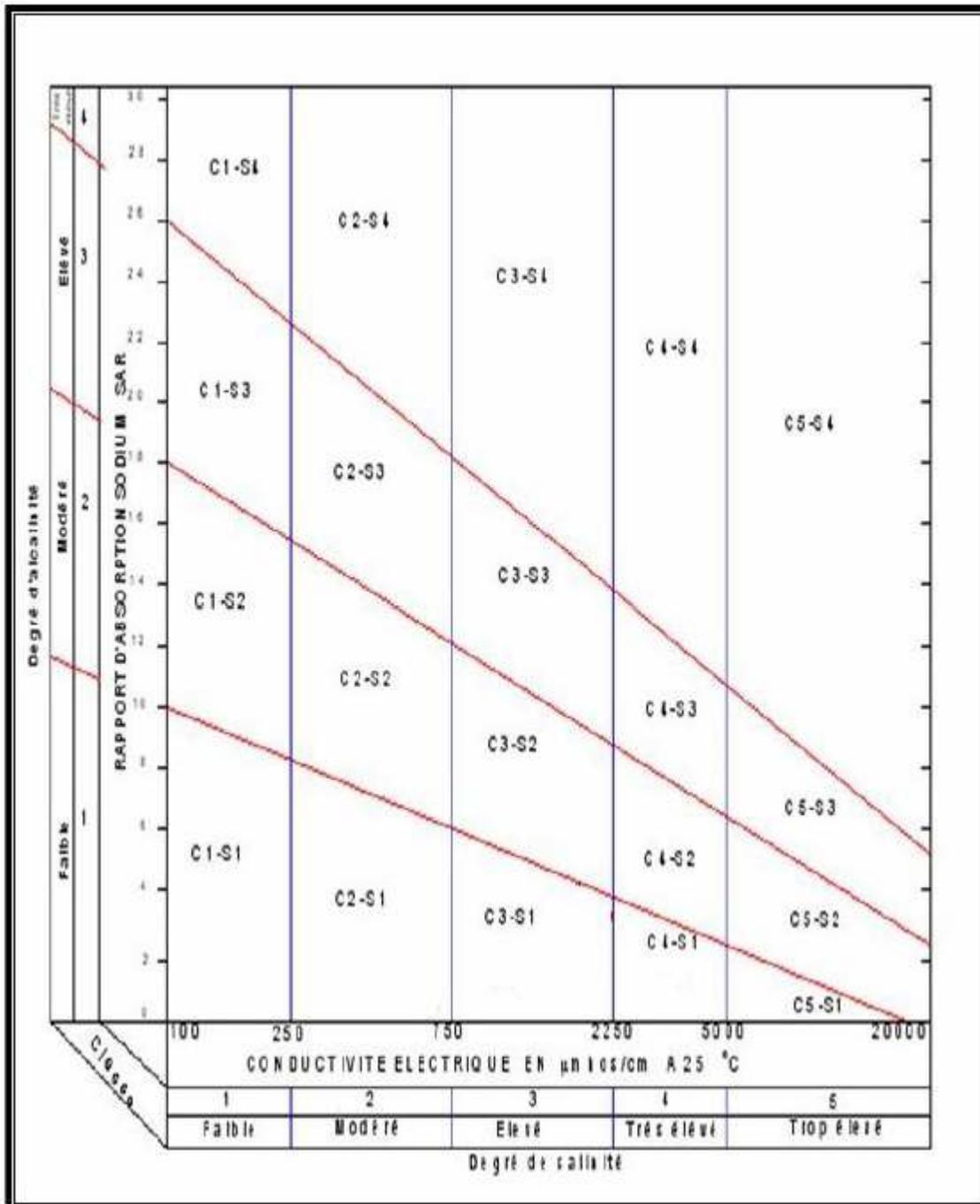


Diagramme de classification des eaux d'irrigation

ANNEXE 3



وزارة الموارد المائية
MINISTRE DES RESSOURCES EN EAU

الوكالة الوطنية للموارد المائية
AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES
Créé par décret N° 81 / 167 du 25 juillet 1981 - Compte Trésorerie d'Alger N° 402.003

N° 251 ANRH/DCES/07

Alger le : 04/06/07

Demandeur : tec4
Analyse demandée : Analyse fondamentale
Date de réception : 29/05/07
Date de prélèvement :
N° de laboratoire : 1251
Désignation : Source N°2

RESULTATS D'ANALYSE

PARAMETRES PHYSICO - CHIMIQUES	RESULTATS	VALEUR MAXIMALE ADMISSIBLE
PH	7,25	> 6,5 et < 9
Conductivité (ms/cm)	2,24	2,80
Turbidité eau brute (ntu)		2,00
Turbidité eau déc. (ntu)		-
Résidu sec à 110° (mg/l)	1400	2000

MINERALISATION GLOBALE	RESULTATS	VALEUR MAXIMALE ADMISSIBLE
Calcium Ca ++ (mg/l)	130	75 - 200
Magnésium Mg ++ (mg/l)	49	150,00
Sodium Na + (mg/l)	292,7	200,00
Potassium K + (mg/l)	3,13	20,00
Chlorure Cl - (mg/l)	400	200 - 500
Sulfate SO4 -- (mg/l)	405	200 - 400
Bicarbonate HCO3 - (mg/l)	177	-
Carbonate CO3 -- (mg/l)	0,00	-
Silice SiO2 (mg/l)		-
TH (°F)	53	-
TAC (°F)	15	-
TA (°F)	0	-

PARAMETRES DE POLLUTION	RESULTATS	VALEUR MAXIMALE ADMISSIBLE
Ammonium NH4 + (mg/l)		0,5
Nitrite NO2 - (mg/l)		0,10
Nitrate NO3 - (mg/l)	10,65	50,00
O.Phosphates PO4 --- (mg/l)		0,50
Fluorure F - (mg/l)		0,8 - 2
Matières Organiques (mg/l C2)		3,5

Interprétation :

Cette eau répond aux normes de potabilité physico-chimique en ce qui concerne les paramètres analysés, sous réserve d'une analyse physico-chimique complète et bactériologique.
NB: Les résultats d'analyses sont donnés sous toutes réserves dans la mesure où le prélèvement n'a pas été effectué par nos services.

ALGER - الجزائر
40, Avenue Mohammedi - Bir Mourad Rais ALGER
Tél : (213) 021.54.25.56 / 54.25.58 - Fax : 021.54.25.42 - Téléc : 62.13 Site web : www.anrh.dz E-mail : anrh@anrh.dz

ANNEXE 5

Caractéristiques hydriques de quelques sols

Texture	Humidités pondérales en % du poids sec			Réserve utile volumétrique en mm/m
	à la rétention HCC	du flétrissement HPF	disponible HCC-HPF	
Sableuse	9 (6 à 12)*	4 (2 à 6)*	5 (4 à 6)*	85 (70 à 100)*
Sablo-limoneuse	14 (10 à 18)	6 (4 à 8)	8 (6 à 10)	120 (90 à 150)
Limoneuse	22 (18 à 26)	10 (8 à 12)	12 (10 à 14)	170 (140 à 190)
Limono-argileuse	27 (25 à 31)	13 (11 à 15)	14 (12 à 16)	190 (170 à 220)
Argilo-limoneuse	31 (27 à 35)	15 (13 à 17)	16 (14 à 18)	210 (180 à 230)
Argileuse	35 (31 à 39)	17 (15 à 19)	18 (16 à 20)	230 (220 à 250)

ANNEXE 6

Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

Cultures	Z m
Tomates	1 - 1,2
Cultures maraîchères	0,3 - 0,6
Agrumes	1 - 1,2
Arbres fruitiers à feuilles caduques	1 - 2
Vigne	1 - 3

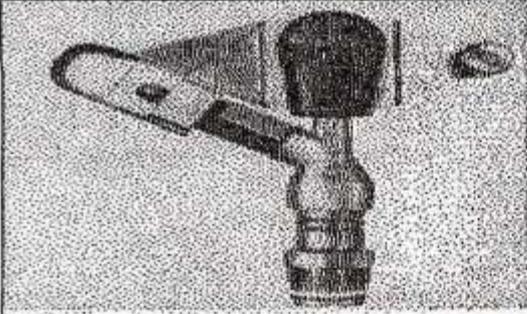
ANNEXE 8

Pluies mensuelles en mm

Station : Beni Slimane Code : 090302

Z:	sept	oct	nov	dec	janv.	fev	mars	avril	mai	juin.	juil	août	annuel
600													
1970	0	4.5	3.5	35.6	84.1	9	43.9	18.6	26.5	3.1	17.5	0	226.3
1971	8.3	12.4	96.6	19.3	165.1	90.2	75.2	60.5	3.1	20.6	0	1.8	553.1
1972	53.5	69	32.2	97.6	91.3	104.5	57.7	54.4	0	0	0	0	560.4
1973	34.1	0	5.5	69.6	6.5	78.2	154.2	47.4	31.5	0	0	0	427.0
1974	28.0	24.3	43.3	18.7	103.1	38.6	62.2	7.1	11.3	3.3	0	0	355.4
1975	8.8	0	97.2	29.6	29.5	86.5	45	63.8	68.1	26.4	40.2	11	506.1
1976	34.7	51.1	41.6	43.5	47	8.4	7.1	57.3	40.5	9.7	1.2	42	384.1
1977	0	1.3	53.3	14.1	36	17.4	47.7	59.5	65.8	0	0	2	297.1
1978	0.5	77	49.4	4.5	50.1	85.3	47.9	29	14.4	6.4	0	3.3	368.8
1979	71.8	55.8	44.1	41.4	85.4	10.2	62.3	67.6	16.4	0	0	0	455.0
1980	0	11.1	42	103	16.1	43.9	23.4	44.9	14.2	16.3	0	0	314.9
1981	1.6	17.3	2.1	70.9	92.1	39.2	38.7	37.7	83.7	36.4	0	3.8	403.5
1982	20.3	54.6	82	43.8	0	29.9	11.4	33.6	6.5	0	23.6	13.7	319.4
1983	1.5	3.3	16.5	22.5	30.2	71.3	24.4	38.5	21.3	17.5	0	3.5	250.5
1984	3.2	99.3	28.7	56.5	22.6	31.7	53.7	12.3	62.3	0	8.8	0	379.0
1985	28.3	11.7	55	27.3	37.1	36.5	107.5	6.5	2.9	9.7	0	11.1	332.2
1986	19.9	29	43.4	62.1	71.6	72.7	11.2	3.5	11.8	28.7	0	0	351.9
1987	0.4	25.5	60.7	29.5	9.2	22.6	31.8	37.3	24.7	4.6	2.5	0	248.9
1988	27.8	24.2	18.9	84.6	38.8	20.6	29.7	60.5	5.6	0	0	0	296.0
1989	20.4	4.5	11.6	10	39.4	0	61.7	38.4	90.3	22.4	54		396.9
1990	22	15.3	28.1	48.1	36	65.7	66.3	20	14.8	4.3	3.2	0	323.8
1991	5.5	70.8	6.9	4.8	83	6.7	57.5	61.8	77.4	19.4	21.7	0	417.5
1992	16.1	36	62.7	22.8	16.5	45.3	8.6	38.1	16.8	13.5	0	7.2	283.6
1993	49.7	12.1	16.8	29.8	40.1	38	0	46.4	7.5	0	0	3.7	241.3
1994	53.4	51.5	25.6	33	138	31	78.2	3.3	0	19	0	12.6	445.8
1995	15.6	33.1	10	8	30.7	77.7	29.6	80	43.7	51.2	12	9.7	401.3
1996	16.3	8.3	15.5	32.4	36.9	14.8	2.5	58.8	20.1	2.4	0	21.2	229.2
1997	47.1	42.6	53.3	55.9	13	59.6	7.8	18.1	144.2	4.5	0	11.5	457.6
1998	57	29.8	63.4	21	59.5	47.4	76.2	0.6	22.8	0.8	0.9	3.6	383.0
1999	35.9	10.9	26.1	66.2	20.2	22.7	10.4	22.0	12.5	0	0	0	232.1
2000	19.7	51.9	28.4	36.2	94.2	28.7	0	40	9.3	4.7	0	5.2	313.3
2001	33	2.2	24.9	14.9	22.8	21.3	9.7	8.4	2	0	15.9	39.6	194.7
2002	25.4	11.2	75.4	69.5	92.6	67.8	6.5	74	35.6	0.2	0	2.8	460.0
2003	78.6	59.2	20.2	93.9	38.5	9.9	21.6	36.9	92.1	0.4	20.9	15.4	554.6
2004	7.7	24	28.6	78.9	48.8	77.1	14.4	21.9	4.1	4.7	0	0	319.7
2005	5.7	47.1	30.5	61	70.4	72	25.5	46.2	43.8	6.9	0	0	399.2
Moy	33.6	30.3	29.6	41.9	53.5	44.4	41.3	37.9	33.6	9.3	6.2	6.4	371.3

ANNEXE 9



**Caractéristiques de
l'asperseur circulaire
PERROT ZF 30**

1 buse
angle de jet 30°
Raccord fileté 1"

Ø de la buse mm	pression à la buse bar	portée m	débit m³/h	espacement m		surface irriguée m²		densité d'aspersion mm/h	
				□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.
4,0	2,5	13	0,93	12/18	18/18	216	324	4,3	2,88
	3,0	14,5	1,02	18/18	18/24	324	432	3,16	2,38
	3,5	15,3	1,11	18/18	18/24	324	432	3,42	2,57
	4,0	16	1,19	18/18	18/24	324	432	3,71	2,76
4,2	2,5	13,5	1,04	12/18	18/24	324	432	4,8	2,42
	3,0	15	1,14	18/18	18/24	216	432	3,52	2,64
	3,5	15,8	1,23	18/18	18/24	324	432	3,8	2,85
	4,0	16,5	1,32	18/24	24/24	324	576	3,06	2,3
4,5	2,5	14	1,20	18/18	18/24	432	432	3,71	2,78
	3,0	15,5	1,32	18/18	18/24	324	432	4,07	3,05
	3,5	16,3	1,42	18/18	18/24	324	432	4,38	3,29
	4,0	17	1,52	18/24	24/24	324	576	3,52	2,64
4,8	2,5	14,5	1,38	18/18	18/24	432	432	4,27	3,2
	3,0	16	1,51	18/18	18/24	324	432	4,66	3,5
	3,5	16,5	1,63	18/24	24/24	324	576	3,78	2,82
	4,0	17	1,75	18/24	24/24	432	576	4,05	3,04
5,0	2,5	14,5	1,48	18/18	18/24	432	432	4,57	3,43
	3,0	16,5	1,63	18/18	18/24	432	432	5,04	3,77
	3,5	17	1,76	18/24	24/24	324	576	4,08	3,05
	4,0	17,5	1,88	18/24	24/24	324	576	4,35	3,26
5,5	2,5	15,2	1,82	18/18	18/24	432	432	5,62	4,22
	3,0	17	1,99	18/24	24/24	432	576	4,61	3,45
	3,5	17,5	2,14	18/24	24/24	324	576	4,95	3,71
	4,0	18	2,29	18/24	24/24	432	576	5,31	3,98
6,0	2,5	16,2	2,16	18/24	24/24	432	576	5,00	3,75
	3,0	17,5	2,37	18/24	24/24	432	576	5,50	4,12
	3,5	18	2,56	18/24	24/24	432	576	5,92	4,43
	4,0	18,5	2,74	18/24	24/24	432	576	6,35	4,76
7,0	2,5	17,5	2,96	18/24	24/24	432	576	6,9	5,1
	3,0	18,0	3,22	18/24	24/24	432	576	7,5	5,6
	3,5	18,5	3,48	24/24	24/24	576	576	8,0	6,0
	4,0	19,0	3,73	24/24	24/30	576	720	8,5	6,5

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)

