

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

NATIONAL HIGHER SCHOOL FOR
HYDRAULICS

"The Mujahid Abdellah ARBAOUI"



المدرسة الوطنية العليا للري
"المجاهد عرباوي عبد الله"

ⵎⵓⵔⵉⵏⵉ ⵏ ⵙⵉⵎⵓⵔ ⵏ ⵙⵉⵎⵓⵔ ⵏ ⵙⵉⵎⵓⵔ ⵏ ⵙⵉⵎⵓⵔ

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME

D'INGENIEUR D'ETAT EN HYDRAULIQUE

Option : Irrigation et Drainage

THEME :

**Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par pivot cas d'un
périmètre à El Kheiter wilaya d'El BAYADH**

Présenté par :

MEBARKI Chikh Othman

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
Mr. DJELLAB Mohamed	MCB	Président
Mr. BENKACI ALI Tarek	MCB	Examineur
Mme SAIL Nadira	MAA	Examineur
Mme AZIEZ Ouahiba	MCB	Promoteur

Session Novembre 2021

Résumé :

Depuis longtemps, dans les régions à faible pluviométrie, l'homme s'est heurté au problème de l'eau, pour améliorer ses rendements agricoles. Ce problème est toujours d'actualité.

Le pivot est une machine d'irrigation motorisée qui se déplace selon un cercle autour d'une tour centrale. Ce système nous permet l'économie de main d'œuvre et de la ressource en eau. Un bon dimensionnement respectant les conditions naturelles a savoir sol et culture permet d'obtenir des rendements supérieur à 50 q/ha.

ملخص :

ولفترة طويلة في المناطق التي تنخفض فيها معدلات هطول الأمطار ، واجه الإنسان مشكلة المياه لتحسين غلاته الزراعية. هذه القضية لا تزال ذات صلة اليوم. المحور عبارة عن آلة ري آلية تتحرك في دائرة حول برج مركزي. يتيح لنا هذا النظام توفير العمالة والموارد المائية. يسمح الحجم الجيد الذي يحترم الظروف الطبيعية مثل التربة والثقافة بالحصول على غلات أعلى من 50 ف / هكتار.

Abstract:

For a long time, in low rainfall regions, man has faced the problem of water, to improve his agricultural yields. This issue is still relevant today.

The pivot is a motorized irrigation machine that moves in a circle around a central tower. This system allows us to save labor and water resources. A good sizing respecting the natural conditions namely soil and culture allows obtaining yields higher than 50 q / ha.

Dédicaces

Remerciements et louanges à Dieu Tout Puissant pour m'avoir donné la foi et la force

D'accomplir ce modeste travail.

Prière et Salut soient sur Notre Cher Maître & Prophète " Mohammed " et sur sa

Famille et ses modèles compagnons.

Je dédie ce modeste travail à :

_ Ma douce mère **Naima**, source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifice, ta prière

Et ta bénédiction m'a été d'un grand secours tout au long de ma vie. Quoique je puisse Écrire, je ne pourrais exprimer ma grande affection et ma profonde reconnaissance. Je n'espère ne jamais te décevoir, ni trahir ta confiance et tes sacrifices. Puisse DIEU TOUT

PUISSANT, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

_ Mon formidable père et guide **Abdelkader** qui m'a ouvert les yeux sur la science et

L'histoire et m'a poussé dans le domaine de recherches et du travail et qui n'a pas cessé

De m'encourager tout au long de mon parcours.

_ J'adresse mon grand amour à mes chères mes frères **Djamel, Belkacem, Abdelaziz** et **Mohammed** ainsi que ma chère sœur **Ghizlaine**. C'est grâce à leurs amours et leurs sacrifices que cette thèse a été menée à bout enfin. Mon plus grand souhait dans cette vie,

C'est de les voir toujours à côté de moi, en bonne santé, heureux et que la paix soit avec eux.

_ Je tiens également à mentionner et à témoigner ma reconnaissance à tous mes amis de ma promotion pour leurs encouragements et leur gentillesse envers moi.

_ Mes vifs remerciements vont également à tous mes amis intimes pour l'appui moral

Qu'ils m'ont témoigné et les encouragements qu'ils m'ont offerts.

Chikh Othman

Remerciements

Tout travail réussi dans la vie nécessite en premier lieu la Bénédiction de Dieu, et
Ensuite l'aide et le support de plusieurs personnes. Je tiens donc à remercier et à adresser
Ma reconnaissance à toute personne qui m'a aidé de loin ou de près afin de réaliser ce
Travail.

J'exprime ici ma profonde reconnaissance à l'égard de ma promotrice Madame AZIEZ. Elle sut
orienter mon travail sur l'immense champ d'actualité
De recherche. Les conseils et encouragements qu'elle n'a jamais cessé de prodiguer sont
Inestimables. Sa patience et sa compréhension m'ont permis d'avancer et de terminer ce
Travail.

De ce jury et d'avoir accepté d'expertiser ma thèse.

Chikh Othman

SOMMAIRE

Introduction.....	1
Chapitre I : Présentation de la région.....	2
I.1 PRESENTATION GEOGRAPHIQUE	2
I.2 CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA WILAYA D'EL BAYADH.....	3
I.3 SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA REGION D'EL KHIETER ZONE D'ETUDE.....	6
I.3.1. INTRODUCTION.....	6
I.3.2. Station de référence	6
I.3.3 Températures:	7
I.3.4 Précipitations	8
I.3.5 Humidité relative	9
I.3.6 Vents.....	10
I.3.7 Insolation	11
I.3.8 Evapotranspiration.....	12
I.3.9 Gelée.....	13
I.4 Indice d'aridité de De Martonne.....	13
I.5 Quotient pluvio-thermique d'Emberger	14
Conclusion:	16
Chapitre II : Ressource en sol et en eau	17
II.1. Aperçu sur les sols de la région.....	17
II.1.1 Introduction	17
II.1.2 Profil pédologique	18
II.1.3 Description du profil pédologique.....	18
II.1.4 Caractéristiques physiques du sol	18
II.1.2 Étude de salinité du sol.....	20
II.1.2.1 La salinité	20
II.1.2.2 Le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R.....	20
II.1.2.3 La conductivité électrique	21
II.1.2.4 Exchange sodium pourcentage ESP	21
II.1.3 Aspect Méthodologique	23

II.1.4 LES SOLS RENCONTRES.....	25
II.2. Ressource en eau	27
II.2.1. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE.....	27
II.2.2. Qualité des eaux d'irrigation.....	30
II.2.3. Ressource en eau d'irrigation.....	31
II.2.4. Caractéristique des eaux d'irrigation.....	31
Chapitre III : Étude hydrologique	34
Introduction.....	34
III.1 But de l'étude.....	35
III 2 : Étude de l'échantillon et choix du type de loi	38
III.2.1 Ajustement à la loi Normale	38
III.2.2 Test de validité d'un ajustement	40
III.2.3 Détermination de l'année de calcul.....	41
Conclusion	41
Chapitre IV : Besoins en eau des cultures	42
IV.1. Définition.....	42
IV.2. L'évapotranspiration.....	42
IV.2.1 L'évapotranspiration de référence	42
IV.2.2 L'évapotranspiration potentielle.....	42
IV.2.3 L'évapotranspiration réelle.....	43
IV.3. Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration.....	43
IV.3.1. Méthodes directes	43
IV.3.2. Méthodes indirectes	43
IV.4. Calcul de l'évapotranspiration.....	43
IV.5. Méthodologie.....	45
IV.6. Quelques rappels phyto-technique sur le blé	46
IV.7. Les besoins en eau pour le lessivage	49
IV.7.1 Lessivage continuée.....	49
Conclusion	50
Chapitre V : Généralité sur l'irrigation.....	51
V.1. Introduction.....	51

V.2. DEFINITION DE L'IRRIGATION.....	51
V.3. Irrigation par aspersion	52
V.3.1. Introduction:.....	52
V.3.2. Principe de mise en œuvre de l'irrigation par aspersion:.....	52
V.4. TYPE D'EQUIPEMENT POUR L'IRRIGATION PAR ASPERSION.....	54
V.5. CHOIX DE L'EQUIPEMENT PAR ASPERSION.....	54
V.6. Les éléments d'une installation sous pression	54
V.7. Les différentes installations utilisées sont.....	56
V.8. Les principaux appareils d'arrosage	57
V.9. Les systèmes d'irrigation par aspersion.....	60
V.9.1. Les rampes mobiles.....	60
V.9.2. La couverture totale enroulable.....	61
V.9.3. La couverture intégrale	62
V.9.4. Les enrouleurs	63
V.9.5. La micro -aspersion.....	65
V.9.6. La rampe frontale	66
V.9.7. Le pivot	71
V.9.7.1. HISTORIQUE.....	71
V.9.7.2.1 INTRODUCTION	71
V.9.7.2.2. DEFINITION D'UN PIVOT	72
V.9.7.2.3. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.....	72
Conclusion	79
Chapitre VI : ETUDE TECHNIQUE DE L'IRRIGATION PAR PIVOT.....	80
VI.1 Dimensionnement par un pivot.....	80
VI.1.1 Choix de la culture.....	80
VI.1.2 Données générales	80
VI.1.3 Calculs de la structure du pivot	88
VI.1.4 Calculs des asperseurs pour les pivots.....	92
VI.1.5. Caractéristiques techniques des pivots et équipements	93
VI.2. Alimentation en eau des pivots de l'unité 05.....	94
VI.2.1. Réseau d'alimentation en eau des pivots	94

VI.3.Conclusion	95
Conclusion générale.....	96
Références bibliographiques.....	97
ANNEXE	98

Liste des tableaux

Tableau 1 : Superficie de la zone des hautes plaines steppiques (D.P.A.T., 2017).	4
Tableau 2 : Superficie de la zone de L'Atlas Saharien (D.P.A.T., 2017).	5
Tableau 3 : les caractéristiques de la station d'El Bayadh.	7
Tableau 4 : Températures moyennes mensuelles (°C).	7
Tableau 5 : Précipitations Moyennes Mensuelles (mm), station d'El Bayadh.	8
Tableau 6 : Humidité relative de l'air (%). El Bayadh.	9
Tableau 7 : Vitesse moyenne et maximale des vents (m/s).	10
Tableau 8 : Durée moyenne d'insolation (heures/jour)	11
Tableau 9 : l'Evapotranspiration potentielle. (mm/mois).	12
Tableau 10 : Les limites de climat d'après l'indice d'aridité de Martonne	13
Tableau 11 : Types des sols en fonction de CE et ESP.	23
Tableau 12 : Profil N° 32.	26
Tableau 13 : caractéristiques des eaux d'irrigation.	31
Tableau 14 : Caractéristiques de la station météorologique.	34
Tableau 15 : Précipitation mensuelle de la station de l'Aéroport d'El Bayadh (ONM El Bayadh) sur 30 ans.	36
Tableau 16 : Test d'homogénéité de Wilcoxon pour la station de l'El Bayadh.	37
Tableau 17 : Ajustement selon la loi Normale.	39
Tableau 18 : Statistiques de base	39
Tableau 19 : Test de validité des ajustements.	40
Tableau 20 : Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm.	41
Tableau 21 : ET0 mensuelles.	44
Tableau 22 : l'exigence du blé.	47
Tableau 23 : Besoins en eau du blé.	49
Tableau 24: résultats des calculs de la structure des pivots.	84
Tableau 25 : Calcul des asperseurs situé à la distance de 2.96m à 50.32m sur la rampe du pivot.	85
Tableau 26: calcul des asperseurs situé à la distance de 53.28m à 103.6m sur la rampe du pivot:(deuxième travée).	86
Tableau 27: calcul des asperseurs situé à la distance de 106.56m à 156.88m sur la rampe du pivot:(troisième travée).	87
Tableau 28: calcul des asperseurs situé à la distance de 159.84m à 210.16m sur la rampe du pivot:(quatrième travée).	88
Tableau 29 : calcul des asperseurs situé à la distance de 213.12m à 254.56m sur la rampe du pivot:(cinquième travée).	89
Tableau 30 : calcul des asperseurs situé à la distance de 257.52m à 301.92m sur la rampe du pivot:(sixième travée).	90
Tableau 31: calcul des asperseurs situé à la distance de 257.52m à 301.92m sur la rampe du pivot:(sixième travée).	91
Tableau 32 : calcul des pertes de charges pour le pivot	93
Tableau 33 : calcul du diamètre et perte de charge de réseau.	94

Liste des Figures

Figure 1 : les communes de la wilaya d'El Bayadh.....	2
Figure 2 : la situation géographiques de la zone d'étude dans la wilaya d'El Bayadh.	6
Figure 3 : Courbes des températures moyennes : El Bayadh.....	8
Figure 4 : Diagramme de la précipitation moyenne mensuelle.....	9
Figure 5 : l'humidité relative dn l'air en %	10
Figure 6 : Vitesse moyenne et maximale des vents (m/s).....	11
Figure 7 : l'insolation moyenne mensuelle (heures/jour)	12
Figure 8 : l'Evapotranspiration potentielle. (mm/mois).....	13
Figure 9 : Diagrammes Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен.....	15
Figure 10 : Diagramme ombrothermique	16
Figure 11 : estimation de l'ESP en fonction de SAR (source Lund drainage)	22
Figure 12 : Carte piézométrique de l'aquifère l'Aaléno-Bathonien de la région Chott Ech Chergui (source : A Clair 1956 modifiée).	28
Figure 13 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation	32
Figure 14 : Graphique de l'ajustement de la loi Normale.....	40
Figure 15 : calculs de ET0.	44
Figure 16 : ET0 calculée	45
Figure 17 : les différents systèmes d'irrigation.....	52
Figure 18 : asperseur du type sprinkler de la série 11	57
Figure 19 : asperseur du type ROTATOR 2000	58
Figure 20 : représentation des canons	59
Figure 21 : système d'aspersion à rampes mobiles.....	61
Figure 22: système d'aspersion à couverture totale enroulable.	62
Figure 23 : système d'aspersion à couverture totale intégrale.	63
Figure 24 : système d'aspersion avec enrouleur	64
Figure 25 : enrouleur avec surpresseur.	65
Figure 26 : Enrouleur branché sur réseau sous pression.....	65
Figure 27 : système d'aspersion avec une rampe micro-aspersion.....	66
Figure 28 : système d'aspersion à rampe frontale.....	67
Figure 29 : Rampe frontale à deux roues avec travée unique	68
Figure 30 Rampe frontale universelle à alimentation par canal.....	69
Figure 31 : Rampe frontale universelle à tuyau tracté	70
Figure 32 : Rampe frontale universelle avec guidage par sillon.....	70
Figure 33 : vue aérienne d'un périmètre irrigué par pivot	71
Figure 34 : irrigation par pivot.....	72
Figure 35 : centrale de commandes.....	73
Figure 36 : accouplement.....	74
Figure 37 : description des éléments principaux du pivot	76
Figure 38 Schema d'une travee de pivot	76

Figure 39 : remorquage de pivot par tracteur.....	78
Figure 40 : déplacement de pivot.....	79
Figure 41 : busage.....	82
Figure 42 : asperseur de pivot.....	82
Figure 43 : Deux exemples de montage d'asperseurs. Le montage avec canne de descente permet d'approcher l'asperseur de la végétation.....	85
Figure 44 :Exemples de courbes d'infiltration obtenues au laboratoire (Kincaid et al, 1969), tenant compte de Δt dû au stockage de surface. Date de l'apparition du ruissellement pour différentes intensités d'arrosage sur sol sablolimoneux.....	87
Figure 45 : Détermination graphique de la dose d'irrigation pour éviter le ruissellement	90
Figure 46 : schéma explicatif de notre périmètre à étudier	93
Figure 47 : Diagramme bioclimatique d'Emberger	104
Figure 48 : Triangle de texture.....	104
Figure 49 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation.	105
Figure 50 : Caractéristiques hydriques de quelques sols.	106
Figure 51 : Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures	106
Figure 52 : guide d'estimation de P.....	107
Figure 53 courbe caractéristique de pompe centrifuge	108
Figure 54 Abaques ce Colebrook.....	109

Introduction :

Dans la région d 'El Bayadh, comme dans tout le Sahara, la disponibilité et la mobilisation des eaux constituent un Facteur important pour la stabilité des populations locales. En effet. Tout développement économique dans cette région est conditionné par la disponibilité et l'utilisation de la ressource en eau. L'irrigation rationnelle constitue alors le facteur principal du développement durable de l'agriculture saharienne. Durant les dix dernières années, le Sud Algérien a connu. Une activité agricole très intense, cette activité est principalement orientée vers la production des céréales en général et du blé en particulier.

Les précipitations étant pratiquement inexistantes, les agriculteurs utilisant la méthode d'irrigation intégrale de leur culture par le système « Pivot ». (les eaux d'irrigation provenant des nappes peu profondes. Ou de l'albien.

L'irrigation par pivot consiste à apporter de l'eau aux cultures sous forme de « pluie » répartie sur toute la surface à arroser. L'objectif recherché lors de la conception de ce système d'irrigation est l'amélioration de l'irrigation dans les conditions désertiques.

Dans le cadre du présent travail, nous aurons à étudier le dimensionnement et l'uniformité des arrosages de ce système en tenant compte des conditions édaphiques et naturelles qui influent sur le bon fonctionnement de ce système d'irrigation.

Chapitre I : Présentation de la région

I.1 PRESENTATION GEOGRAPHIQUE

Dans le cadre spatial, la région d'El Bayadh est située à l'ouest algérien, et s'étend sur une superficie 71 697 km². L'altitude moyenne est voisine de 1347 m, la population s'élève à plus de 228 624 hab. (ONS 2008) Cette région est limitée :

Au Nord : Saida et Tiaret

A l'Est : Laghouat –Ghardaïa

A l'Ouest : Sidi Bel Abbés –Naama

Au Sud-ouest : Bechar

Au Sud-est : Adrar

La wilaya d'El Bayadh est découpée en 8 daïras et 22 communes.

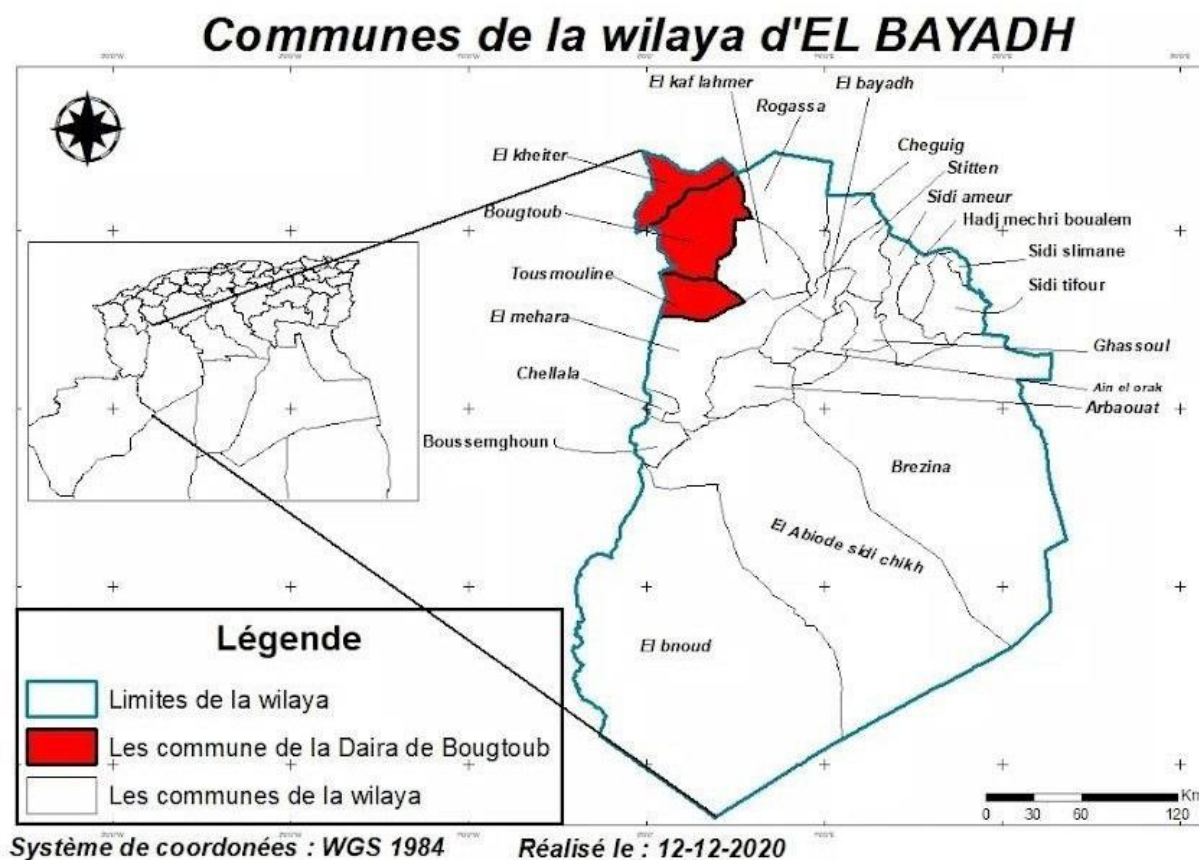


Figure 1 : les communes de la wilaya d'El Bayadh.

I.2 CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA WILAYA D'EL BAYADH.

La wilaya d'El Bayadh fait partie intégrante de la région des Hautes Plaines steppiques du Sud-Ouest algérien. Sur le plan physique, elle présente trois grandes zones distinctes :

Au nord : les Hautes Plaines

Au centre : l'Atlas saharien

Au sud : la frontière présaharienne

Les Hautes Plaines

Des hautes plaines steppiques au Nord qui représentent 22 % de la surface totale de la wilaya : c'est le domaine des grandes étendues de steppe à alfa où seuls les dayas, lits d'Oued et piémonts enrichis d'alluvions y seraient propices aux cultures (ANAT ,2003).

Composées de 06 communes : Bougtoub, El Kheiter, Tousmouline, Rogassa, Kef Lahmar, Cheguig et une partie de Mehara. Les altitudes varient entre 900 m à 1.400 m à Hassi Ben Hadjam (Mehara). Cette zone se caractérise par l'amplitude élevée (34 à El Kheiter), la faiblesse et l'irrégularité des précipitations (208 à El Kheiter), la gelée (40 à 60 jour) et la présence de vents chauds (sirocco) avec des périodes sèches. Sur le plan bioclimatique, cette zone fait partie de l'étage aride frais (ANDI ,2013).

Tableau 1 : Superficie de la zone des hautes plaines steppiées (D.P.A.T., 2017).

Communes	Superficie en Km²
Bougtoub	2 017,60
El Kheiter	1 023,10
Tousmouline	881,10
Rogassa	2 415,70
Kef lahmar	1 622,40
Cheguig	818,20
Total	8 778,10

L'Atlas saharien

L'Atlas saharien qui ne représente que 18 % de la surface totale. Cette entité physique la plus peuplée (50 % de la population totale) eu égard aux conditions naturelles relativement meilleures serait à l'origine de la production de la plus grande quantité des déchets ménagers (ANAT ,2003).

Composé de 13 communes : El Bayadh - Boualem - Sidi Amar - Sidi Taiffour - Sidi Slimane Stitten - Ghassoul - Krakda - Ain El Orak - Arbaouet -Chellala -Mehara et Boussemgoun. Elle présente une situation bioclimatique (semi-aride froid) relativement plus avantageuse par rapport à celle de la partie Saharienne de la Wilaya.

Elle bénéficie de l'apport en eau et alluvions provenant des sommets et versants des reliefs montagneux dont les altitudes varient entre 1300 mètres et 2000 mètres (2008 m) Djebel Ksel à l'Ouest de la localité de Stitten. Les précipitations sont relativement plus importantes par rapport aux autres zones l'hiver et plus rigoureux et l'enneigement dépasse 10 jours par an (ANDI ,2013).

Tableau 2 : Superficie de la zone de L'Atlas Saharien (D.P.A.T., 2017).

Communes	Superficie en Km²
El Bayadh	463,50
Boualem	526,30
Sidi Amar	1180,10
Sidi Taiffour	1224,70
Sidi Slimane	154,10
Stitten	885,70
Ghassoul	564,10
Krakda	833,90
Ain El Orak	768,10
Arbaouet	1370,90
Chellala	219,30
Mehara	3069,10
Boussemgoun	586,10
Total Atlas Saharien	11845,90

Agriculture

La wilaya d'El Bayadh a un potentiel agricole non négligeable qui peut être accompagné par le développement de petite industrie dans le domaine de l'agroalimentaire (huilerie, transformation de fruits et légumes...) et les entreposages frigorifiques. La S.A.U de la wilaya d'El Bayadh est estimée à 71.702 ha dont 5.720 ha irrigués. D'autre part la culture de plantes aromatiques et médicinales (excellente qualité) pourra se développer en raison des facteurs naturelles favorables à savoir (Altitude, Pauvreté des sols, Bon drainage, Sécheresse, Ensoleillement).

L'inventaire des ressources en eau fait apparaître les potentialités suivantes :

- Eaux souterraines : 291.24 Hm³/an
- Eaux superficielles : 123 Hm³/an

I.3 SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA REGION D'EL KHIETER ZONE D'ETUDE :

I.3.1. INTRODUCTION :

Le climat semi-aride est un climat caractérisé par des précipitations qui sont, certaines années, insuffisantes pour y maintenir les cultures et où l'évaporation excède souvent les précipitations

Ainsi pour notre étude, une série de données nous a été fournie au niveau de l'O.N.M d'EL Bayadh elle concerne les observations métrologiques de la station d'El Kheiter sur une durée allant de 1990 à 2000

I.3.2. Station de référence :

La station la plus représentative de notre zone d'étude est la station d'el Bayadh qui est la plus proche d'El Kheiter



Figure 2 : la situation géographique de la zone d'étude dans la wilaya d'El Bayadh.

La synthèse climatique a été faite sur une durée de 10 ans (1990 - 2000), pour tous les paramètres climatiques (température, humidité, précipitation, insolation, vitesse du vent, évaporation et évapotranspiration). Le tableau suivant représente les caractéristiques de la station d'El bayadh

Tableau 3 :les caractéristiques de la station d'El Bayadh.

Station	Longitude	Latitude nord	Altitude (m)	période
El Bayadh	01° 0' EST	33° 44'	984	29 ans

1.3.3 Températures:

Les températures constituent un des facteurs majeurs caractéristiques du climat, les Tableau ci-dessous illustrent les variations de la température moyenne, minimale et maximale en degré Celsius de la station. La place des températures, définie dans l'intervalle températures moyennes des minima et maxima, est par conséquent très importante à connaître. Elle conditionne en effet le choix des espèces ou variétés de cultures à préconiser

Tableau 4 : Températures moyennes mensuelles (°C).

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	An
Min moyen	0,0	0,8	4,2	6,6	11,5	16,8	20,7	20,0	15,7	10,4	4,4	1,4	-
Maxi moyen	9,8	12,3	15,6	18,8	24,4	30,7	34,8	33,9	20,0	21,6	15,0	10,8	-

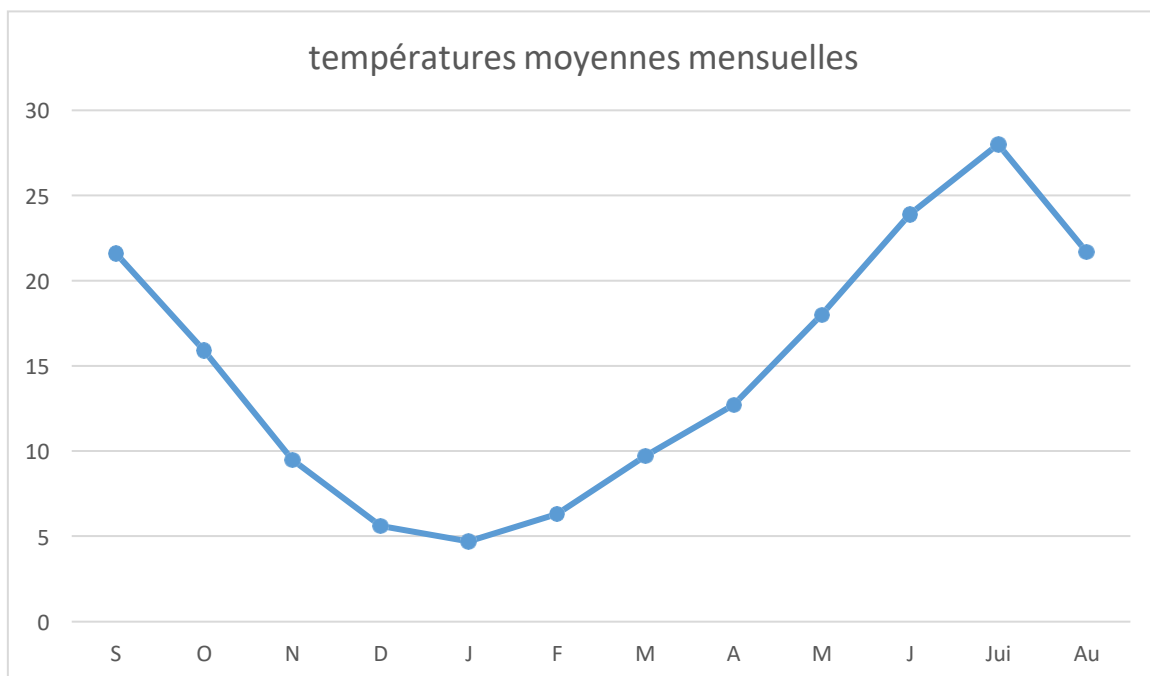


Figure 3 : Courbes des températures moyennes : El Bayadh.

D'après le tableau on remarque que la période la plus chaude correspond au mois de Juin et juillet avec une température moyenne de 25.95 °C, tandis que la période la plus froide correspond au mois de décembre et janvier avec une température moyenne de 5.15 °C.

I.3.4 Précipitations :

La pluviométrie dans la région d'El Bayadh peut être qualifiée de faible à moyenne, puisque la moyenne annuelle sur les 29 années d'observations est de 283 mm/an,

Tableau 5 : Précipitations Moyennes Mensuelles (mm), station d'El Bayadh.

Pluviométrie	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
P (mm)	65.27	69.33	43.45	27.45	26.17	41.67	76.72	137.92	613.83	113.29	109.74	20.82	283

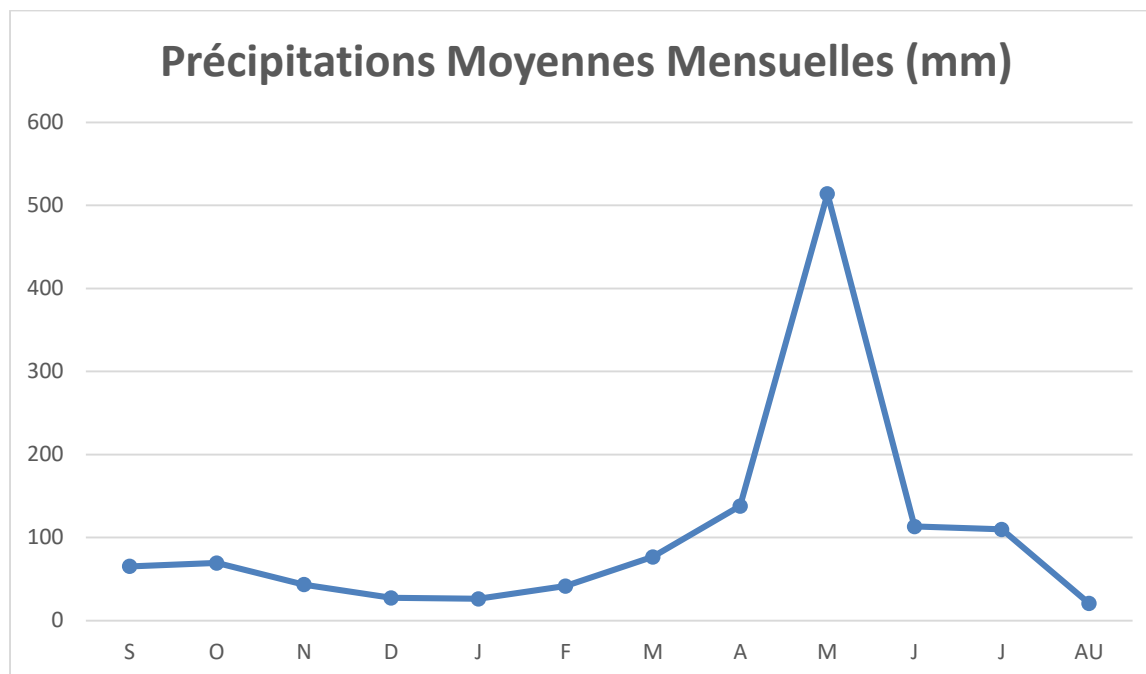


Figure 4 : Diagramme de la précipitation moyenne mensuelle.

La période la plus sèche de l'année concerne les mois de juin, juillet et août, alors que les mois les plus arrosés sont janvier, mars, avril, septembre, octobre et novembre ou il est enregistré un maximum de 37,6 mm à El Bayadh et 38.6 mm à Ain Sefra au mois d'octobre. Il faut noter par ailleurs que le mois de février se caractérise par une pluviométrie assez faible de 19,4 mm.

I.3.5 Humidité relative :

L'humidité relative de l'air est un autre élément déterminant dans le cycle de développement de la végétation. En effet, L'atmosphère est d'autant plus sèche que le phénomène d'évapotranspiration est important. Conjugué à la sécheresse du sol, ce phénomène peut aggraver la déperdition de l'eau de la plante jusqu'à sa dessiccation.

Tableau 6 : Humidité relative de l'air (%). El Bayadh.

Station	Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	An
El Bayadh	H%	56	57	50	45	37	29	23	25	38	49	60	69	-

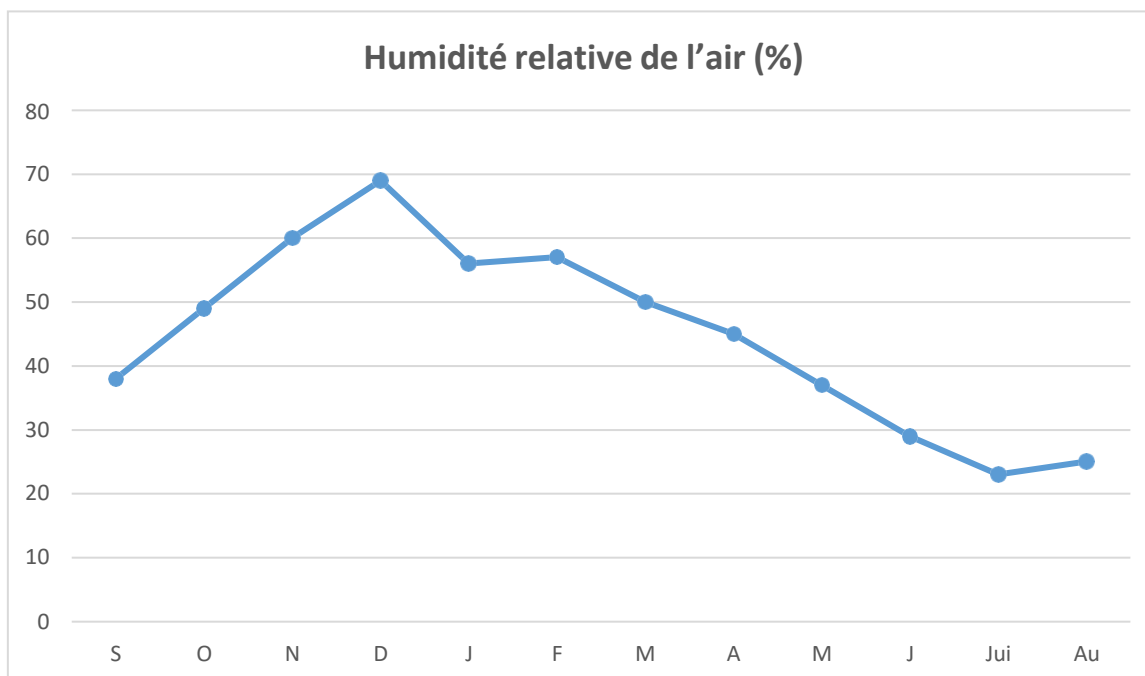


Figure 5 : l'humidité relative dn l'air en %.

I.3.6 Vents :

Dans la wilaya d'El Bayadh, le vent le plus néfaste, est le siroco, défini comme un vent chaud et sec, d'origine du Sahara. Le siroco souffle durant 20 à 30 jours par an dans les hautes plaines (Le Houerou, 1995). Le sirocco est très fréquent pour les mois de juin et aout, il brûle les jeunes pousses au niveau des zones destinées au pâturage.

Tableau 7 : Vitesse moyenne et maximale des vents (m/s).

Station	Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
El Bayadh	Moyen	2,8	2,9	3,6	3,8	3,6	3,4	3,3	3,1	3,1	2,8	2,8	2,8
	Max	29	34	32	31	30	35	29	32	33	25	28	31

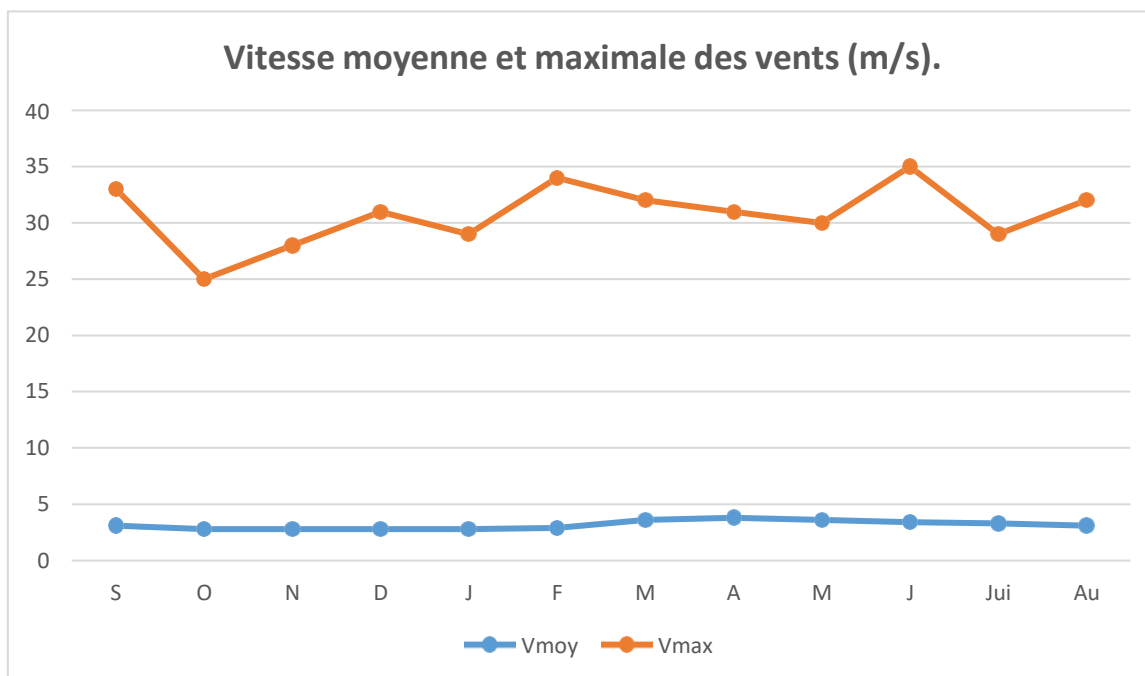


Figure 6 : Vitesse moyenne et maximale des vents (m/s).

la vitesse moyenne enregistrée est comprise entre 2,8 m/s, (d'octobre à janvier) et, 3,8 m/s (avril). Cependant les vents très forts se manifestent souvent dans la région, pouvant atteindre une vitesse maximale égale à 35 m/s au mois de juin.

I.3.7 Insolation :

Ce paramètre, associé à la température, influe énormément sur le cycle végétatif des plantes. Le tableau ci-dessous illustre l'insolation moyenne journalière en heures. Elle est très prononcée et excède 9 heures par jour pendant 5 mois de l'année, soit du mois d'avril au mois d'août, sachant qu'elle dépasse 10 heures en juin et juillet (El Bayadh).

Tableau 8 : Durée moyenne d'insolation (heures/jour).

Station	Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	An
El Bayadh	h/j	5,8	7,1	7,9	9,0	9,9	10,7	10,1	9,8	8,8	7,8	6,4	5,4	-

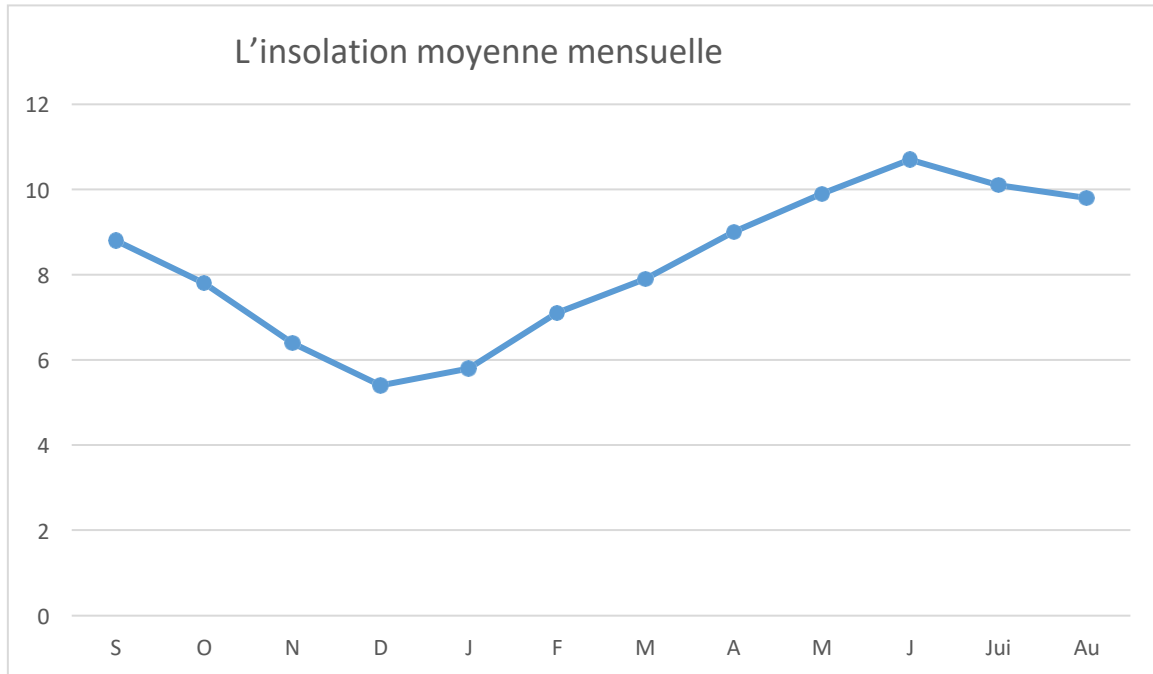


Figure 7 : l'insolation moyenne mensuelle (heures/jour).

I.3.8 Evapotranspiration :

Tableau 9 : l'Evapotranspiration potentielle. (mm/mois).

Station	Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	An
El Bayadh	Penman	34	50	94	127	170	196	211	189	139	89	47	30	1376
	Turc	28	42	79	112	165	209	233	213	141	93	49	29	1393

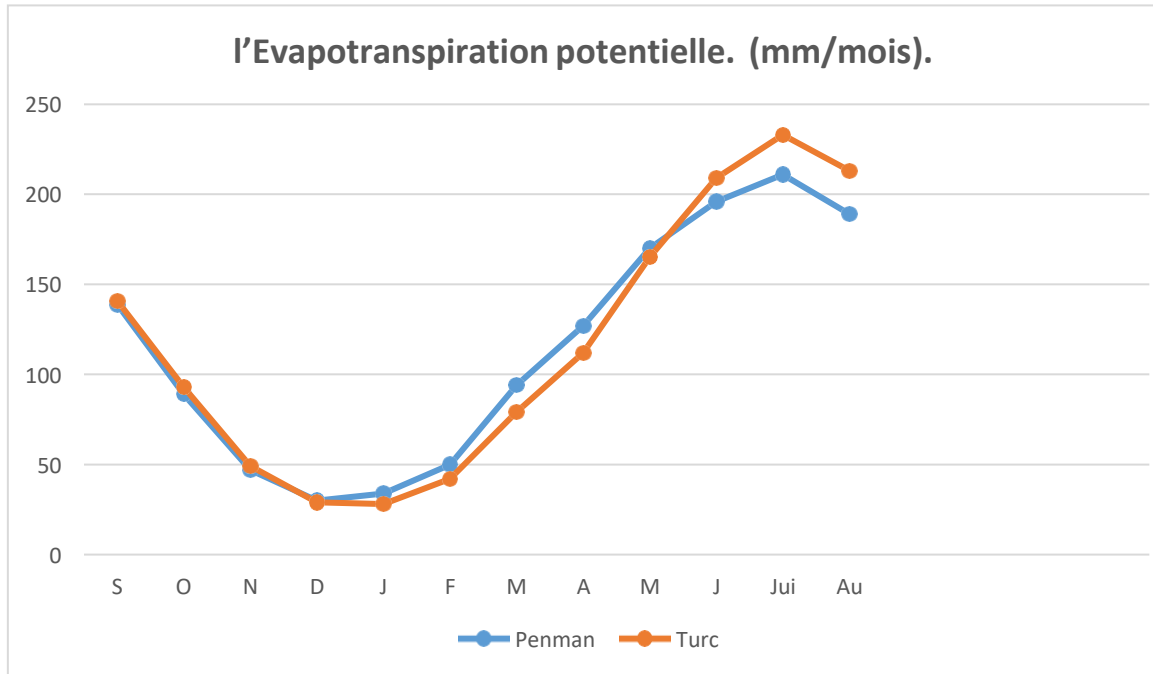


Figure 8 : l'Evapotranspiration potentielle. (mm/mois).

I.3.9 Gelée :

La gelée constitue pour les végétaux un risque majeur surtout pour les zones de l'intérieur, car elle peut causer des dégâts souvent irréversibles. Dans notre zone d'étude, la gelée est très fréquente surtout durant la saison hivernale. Le nombre de jours de gelée par an est 40 jours dans la wilaya d'El Bayadh durant l'année 2015 (O.N.M., 2015).

I.4 Indice d'aridité de De Martonne :

Cet indice permet de caractériser le pouvoir évaporant de l'air à partir de la température.

$$\text{Avec : } I_A = \frac{P}{T+10} \quad \longrightarrow \quad I_A = \frac{41.54}{17.4+10} \quad \longrightarrow \quad I_A = 1.51$$

- I_A : Indice d'aridité de De Martonne.
- T : Température moyenne mensuelle.
- P : Précipitations cumulées pour l'année en mm

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

Valeur de l'indice d'aridité	Type de climat	L'irrigation
$I < 5$	Désertique	Indispensable
$5 < I < 10$	Très sec (aride)	Indispensable
$10 < I < 20$	Sec (semi-aride)	Souvent indispensable
$20 < I < 30$	Relativement humide (subhumide)	Par fois utile
$I > 30$	Humide	Inutile

I.5 Quotient pluvio-thermique d'Emberger

Irrégularité interannuelle des précipitations dans la région méditerranéenne, a permis de définir type de bioclimat. Ces derniers jouent un rôle majeur dans l'organisation des structures de végétation (Quézil, 2000).

Pour caractériser le climat méditerranéen d'une zone donnée, Emberger (1939), a élaborée un diagramme bidimensionnel dans la valeur du « Quotient pluviométrique » est reportée en ordonnée et la moyenne du mois le plus froid « m » de l'année en abscisse. Le quotient est calculé par la formule suivante :

$$Q_2 = 2000 P / M^2 - m^2$$

P : moyenne des précipitations annuelles (mm). => P= 41.54 mm

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud ($K^{\circ}=C^{\circ}+273,2$). => M = 34.8 °C

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froide ($K^{\circ}=C^{\circ}+273,2$)=> m = 0°C

La zone d'étude est située dans le sous étage du semi-aride inférieur à variante fraîche (Q = 4.10).

La sécheresse de ces dernières années favorise de plus en plus la dégradation du milieu

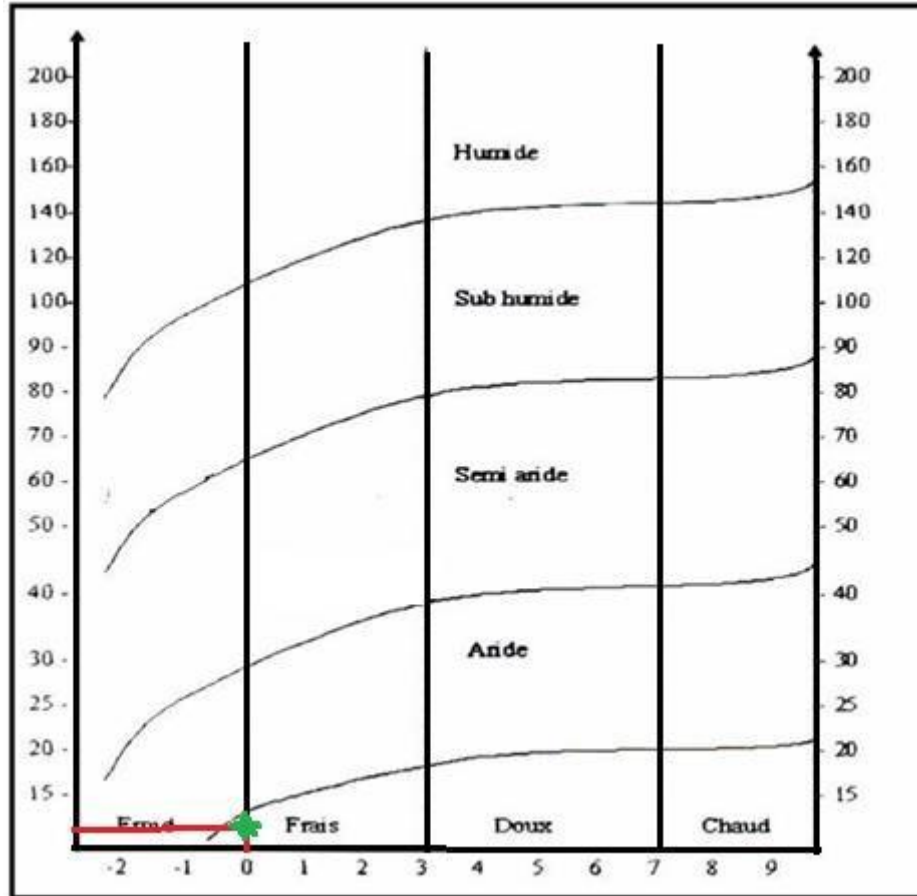


Figure 9 : Diagrammes d'Emberger

Emberger a défini comme mois sec, celui où la somme des précipitations moyennes exprimées en (mm) est inférieure au double de la température moyenne de ce mois ($P < 2T$) avec P : précipitation moyenne de la loi en (mm) et T : Température moyenne du même mois en (°C)

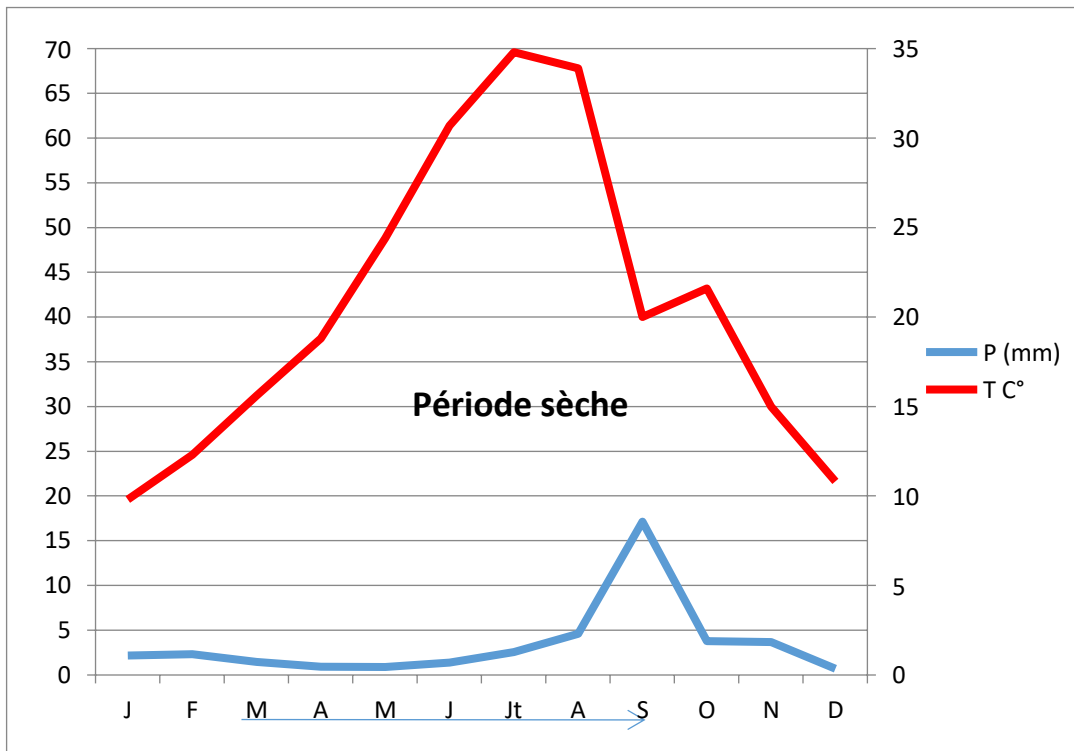


Figure 10 : Diagramme de Gaussen

Conclusion :

Nous constatons que la période sèche s'étale sur toute l'année. Ainsi, de cette étude climatique, il ressort que sans l'apport de l'irrigation, l'agriculture est impossible à mener, du fait de la presque inexistence des précipitations.

Chapitre II : Ressource en sol et en eau

II.1. Aperçu sur les sols de la région :

II.1.1 Introduction :

Le sol agricole est la partie de la couche superficielle de l'écorce terrestre qui, grâce à sa structure et sa composition physico-chimique est en mesure d'assurer un développement normal des végétaux cultivés.

Cette définition pratique permet de considérer le sol soit comme un milieu de culture, soit comme le simple support des plantes cultivées, ces dernières ont besoins d'eau pour vivre. Ce besoin est mis en évidence en culture non irriguée par la différence des rendements obtenus les années sèches et les années pluvieuses. La combinaison sol-eau produit un milieu auquel la plante cultivée devra être adaptée. Il ne suffit pas d'apporter de l'eau aux sols pour qu'ils produisent des récoltes, il faut encore en apporter assez pour que les plantes cultivées arrivent à la maturité.

Les sols de la région sont le plus souvent peu profonds. Ils contiennent de faibles teneurs en matières organiques. Ils sont peu évolués, désignés par sols steppiques iso humiques et sierozem. Ces caractères sont l'expression d'une grande vulnérabilité vis – à –vis des changements naturels ou induits par l'homme ce qui explique les difficultés à réparer les dommages causés dans ces milieux (Aidoud et al,2006).

Les sols peu évolués regroupent:

Les sols d'origine colluviale ou alluviale colluviale, localisés sur les piedmonts des djebels et les glacis de couverture colluviale. Ces sols portent une végétation steppique à base d'alfa.

Les sols d'origine alluviale situés dans les lits d'oueds, les zones d'épandage et les dayas. Une partie de ces sols est cultivée en céréales, l'autre partie présente un faciès post- cultural à armoise champêtre et *Peganum harmala*.

Les sols d'origine éolienne récente, se localisent au niveau des formations éoliennes fixées par la végétation : *sebkhas*, *micro sebkhas*, champ de sable, placage de sable, dunes. Ces sols sont colonisés par des psammophytes .

De leur part les sols évolués, calci magnésiques regroupent:

Les rendzines: ce sont des sols bruns calcaires à accumulation calcaire. Ils représentent le type le plus répandu dans l'écosystème steppique. Ils couvrent les glacis polygéniques du quaternaire ancien et moyen. Ils portent une végétation steppique très variée.

Les sols calcimorphes à encroûtement gypseux, ils occupent des zones où les grès alternent avec les marnes et les argiles versicolores. La surface du sol présente un réseau polygonal blanc grisâtre.

Les sols halomorphes sont localisés dans les grandes dépressions (chotts), dans les sebkhas et certains mekmènes. Ils sont colonisés par une végétation halophile.

II.1.2 Profil pédologique

Le profil pédologique représente à un instant donné à l'évolution d'un sol, à partir des observations analytiques et en tenant compte de l'environnement.

Notre choix est porté, donc sur la prise d'un échantillon correspondant à un profil pédologique permettant une meilleure appréhension des caractères physico-chimiques du sol de la zone d'étude.

II.1.3 Description du profil pédologique

Le point d'implantation du profil au niveau de la parcelle est désigné aléatoirement,

La profondeur du profil dépend des caractéristiques des sols observés sur site, quand à la profondeur des horizons est fonction du changement de la couleur.

La classification et la caractérisation du sol sont la résultante de l'étude des différentes caractéristiques physico-hydriques et physico-chimiques du profil à savoir : structure, texture (granulométrie), complexe absorbant, solution du sol, composition organique et minérale.

II.1.4 Caractéristiques physiques du sol

Le sol est caractérisé par un certain nombre de paramètres physiques mesurables. Les valeurs de ces paramètres sont généralement en fonction à la fois de la structure et de la texture du sol, sans toutefois leurs être rigoureusement liés

II.1.4.1 La texture

La texture d'un sol caractérise la dimension et la distribution des différents éléments qui le constituent, elle est déterminée par l'analyse d'échantillon du sol sur la terre fine obtenue après élimination par tamisage des graviers ou cailloux de taille supérieure à 2 mm

L'analyse granulométrique est faite au laboratoire

II.1.4.2 La structure

La structure d'un sol est définie par l'augmentation de ses constituants les uns par rapport aux autres.

Des sols de texture identique peuvent avoir des structures différentes, plus ou moins stables et plus ou moins favorables à la pénétration de l'eau, de l'air et des racines

II.1.4.3 La perméabilité

La perméabilité du sol est définie par sa vitesse d'infiltration qui est la vitesse apparente de l'eau s'écoulant à travers un sol saturé, sous une pente motrice égale à l'unité c'est le coefficient K de la loi de Darcy.

Selon les différentes valeurs de K, on peut classer les sols comme suit :

Sols imperméables $K < 10^{-6} \text{ m/s}$

Sols peu perméables $10^{-6} < K < 5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$

Sols perméables $5 \cdot 10^{-6} < K < 5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

Sols très perméables $K > 5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

La perméabilité est déterminée au laboratoire d'après la quantité d'eau s'écoulant par unité de temps, en travaillant sous charge constante. (Méthode Henin)

II.1.4.4 La densité apparente d_a

C'est le rapport entre le poids d'un volume donné du sol sec à l'étuve et le volume totale de l'échantillon, son évaluation est basée sur la texture. Pour nos sols

$D_a = M_s / V_t = 1.5$ avec :

M_s : masse de grain solide

V_t : volume total de l'échantillon

II.1.4.5 Caractéristique chimiques du sol

L'analyse chimique du sol est faite au laboratoire pour le PH, la conductivité électrique, Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ et Na^{++} .

D'après le Tableau N 13, on peut dire que notre sol a une texture Sablo-limoneuse à sablo-argileuse, une structure Particulière à polyédrique, pauvre en matières organiques, les agrégats sont facilement détruits par l'irrigation, la restitution de la matière organique en quantité importante est nécessaire afin de renforcer le complexe absorbant et par conséquent contribuer à l'amélioration de la structure, on note aussi que d'après la vitesse d'infiltration notre sol est considéré comme sol perméable.

II.1.2 Étude de salinité du sol :

II.1.2.1 La salinité

La salinité constitue l'aspect le plus important qui pose un problème dès l'instant où l'accumulation des sels dans la zone racinaire atteint une concentration qui provoque une baisse de rendement pouvant aller jusqu'au dépérissement de la culture.

Deux paramètres permettent d'apprécier, pour une étude sommaire les risques dus à la salinité.

II.1.2.2 Le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R

Si l'eau est riche en sodium celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défloculation, pour apprécier le risque alcalin, on compare la concentration en ion Na^+ , celle en ion Ca^{++} et Mg^{++} :

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

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

Quatre classes de risque alcalin ont été définies, en relation avec le risque salin :

* S1 : Risque faible $S.A.R \leq 10$;

* S2 : Risque moyen $10 < S.A.R \leq 18$;

* S3 : Risque élevé $18 < S.A.R \leq 26$;

* S4 : Risque très élevé

S.A.R > 26.

II.1.2.3 La conductivité électrique

La conductivité électrique (CE) mesurée à 25°C est exprimée en mmhos/cm rend compte de la salinité globale de la solution du sol.

II.1.2.4 Exchange sodium pourcentage ESP :

$$ESP\% = \frac{Na^+ \text{ absorbé} (meq/100g)}{CEC} \cdot 100$$

Avec :

CEC : capacité d'échange cationique

Ou bien on utilise l'abaque montré ou la formule suivante

$$ESP\% = \frac{100(-0.0126 + 0.01475SAR)}{1 + (-0.0126 + 0.01475SAR)}$$

ESP=15 % le sol est donc alcalin

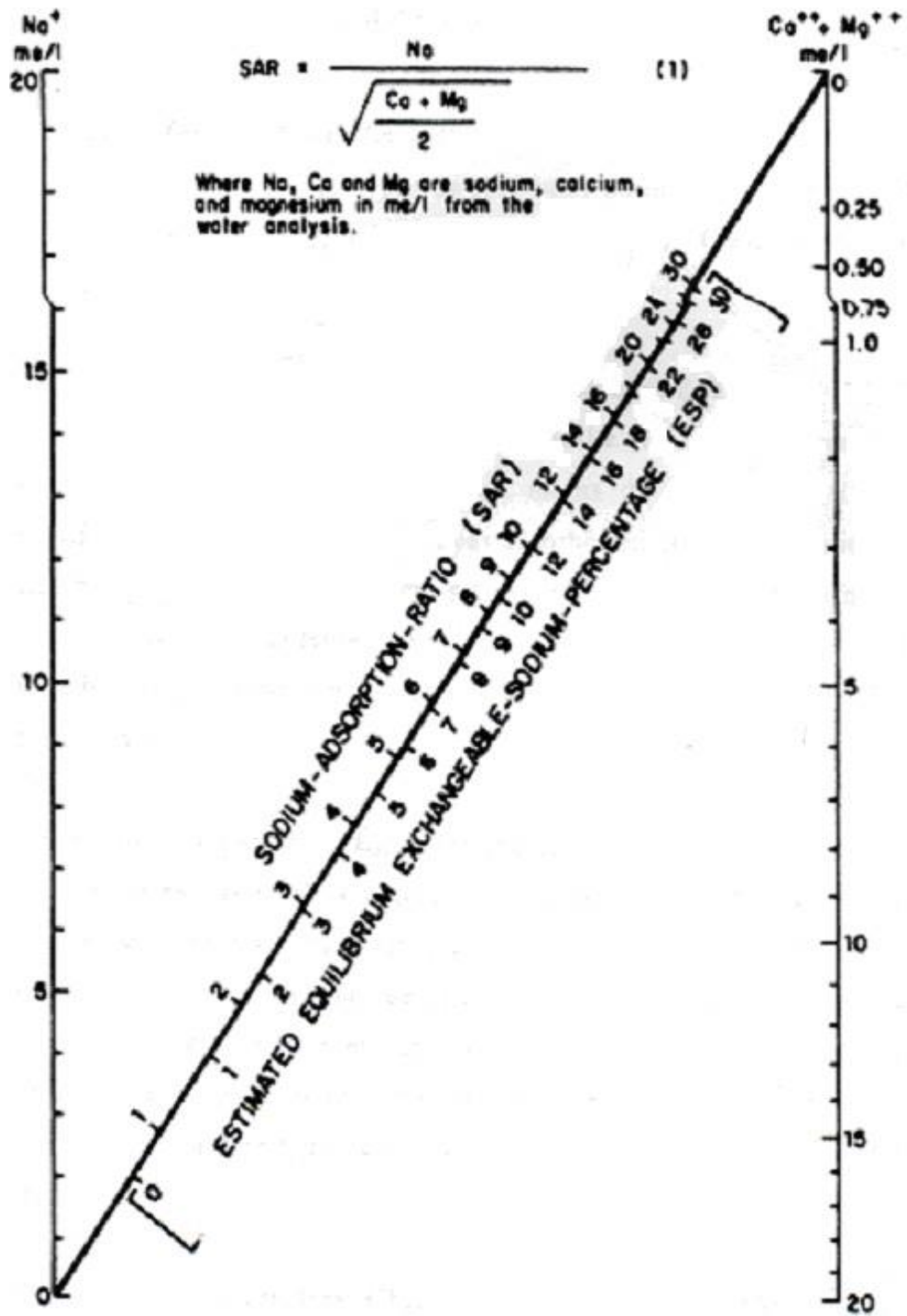


Figure 11 : estimation de l'ESP en fonction de SAR (source Lund drainage)

Tableau 11 : Types des sols en fonction de CE et ESP.

Type de sol	CE mm hos/cm	ESP%
Sols sales	CE>4mmhos	
-non sodique	CE>4mmhos	ESP<15%
-sodique	CE>4mmhos	ESP>15%
Sols non sales		
-non sodique	CE<4mmhos	ESP<15%
-sodique	CE<4mmhos	ESP>15%

II.1.3 But de l'étude pédologique :

Dans le but de s'assurer de la faisabilité pédologique, l'étude des ressources en sols du présent périmètre s'est fondée sur les résultats de la prospection effectuée sur site, dans l'objectif de dégager la répartition spatiale des sols après une analyse approfondie des différents paramètres morpho - analytiques de la couverture pédologique rencontrés, et à identifier tout obstacle à la mise en valeur des terres.

De ce fait, la démarche suivie sur le plan méthodologique a consisté à caractériser les sols par implantation des profils selon une maille prédéfinie, et destinée à donner la réalité sur les caractéristiques des sols et les formations superficielles avec l'application des critères de la classification de la commission de pédologie et de cartographie des sols de France (C.P.C.S, édition 1967) adoptée en Algérie.

Le patrimoine sol est apprécié par une prospection pédologique détaillé avec description de profils et analyses de laboratoire d'un nombre représentatif d'échantillons de façon à rechercher tout obstacle à la mise en valeur (dalle calcaire compacte à faible profondeur, taux de calcaire actif, salinité, stagnation des eaux de surface et époque d'asphyxie etc. ...).

Tous les profils creusé et échantillonnés ont été étudiés du point de vue morphologique selon une fiche standard et qui comprend :

- Les coordonnées du profil déterminé à l'aide d'un GPS à haute précision
- Une description de l'environnement du profil à savoir :
 - La géomorphologie
 - La géologie
 - La végétation et taux d'occupation
 - La pente
 - Aspect de surface
 - Charge caillouteuse
- L'épaisseur du profil et de chaque horizon
- La texture
- Couleur des horizons
- Réaction du sol à l'Hcl
- La structure
- Ainsi que la détermination du taux de la matière organique

En définitive, le Tableau ci-dessous présente une récapitulation des travaux pédologique réalisé après une reconnaissance du terrain effectué en compagnie et en étroite collaboration avec les représentants de la commune d'El Kheiter

La méthodologie suivie s'est articulée selon les étapes suivantes :

1. Prospections pédologiques
2. Analyse des échantillons
3. Interprétations des résultats

II.1.3.1 Description morphologique des profils

Ces sols se localisent en zones de dayas caractérisés par une topographie plane où la charge caillouteuse est importante composé de cailloux gréseux de taille millimétrique, leur superficie est estimée à 3264 ha.

- Date : 2.11.2019
 - Relief : plat
 - Géomorphologie : Dhaya
 - Charge caillouteuses : 50 %
 - **Classification** : sol peu évolué, xérique, subdésertique, modaux
- 0 – 18 cm : jaunâtre sec, structure particulière, texture sableuse, 7.5 YR 6/8, aucune activité biologique, très peu de racines, éléments grossiers 25 %, quelques concrétion calcaire, effervescence à Hcl nulle, limite peu nette
- 18-32 cm : jaunâtre, structure particulière, texture sableuse, 7.5 YR 5/8, pas d'activité biologique, présence d'éléments grossiers de 10 %, très faible effervescence à hcl, limite nette
- 32- 70 cm : sec, brun jaunâtre, structure particulière, texture sableuse, 7.5 YR 6/4, pas de racines, aucune activité biologique, présence d'éléments grossiers environ 10%, effervescence à Hcl très forte.

Tableau 12 : Profil N° 32.

Numéro du profil		P32		
Horizons		H1	H2	H3
Profondeur en cm		0 - 18	18- 32	32 - 70
	A	6,40	2,80	6,80
Granulométrie %	LF	3,30	6,00	6,77
	LG	8,49	9,04	11,65
	SF	55,62	57,16	49,79
	SG	26,19	25,01	25,00
Caco ₃ Total (en %)		5,13	10,00	15,13
Caco ₃ Actif (en %)				13,01
CEC (en méq /100 g)		2,96	1,84	3,53
PH (au 1/5)		8,73	8,70	8,49
C.Emmhos/cm. (1/5)		0,072	0,11	0,27
C %		0,11	0,13	0,13
MO %		0,19	0,22	0,22

II.1.3.2 Principaux caractéristiques

- Texture : l'analyse granulométrique à démontrer que les sols de cette unité possèdent une texture grossière (sableuse).
- Le calcaire Actif : après avoir fait le tri de tous les profils qui représentent cette unité le taux du CaCo₃ actifs est insignifiant sauf pour le cas du profil N°32 où on a noté que le taux du calcaire actif est de 13 % en profondeur, donc

D'une manière générale le calcaire actif ne peut être considéré comme contraignant majeur

- L'alcalinité : le pH est supérieur à 7.5 les sols sont alcalin, les apports en engrais acidifiant peuvent faire rapprocher ce pH à la neutralité
- La salure : la Conductivité électrique (CE mmhos / cm rapport 1/ 5) est inférieure à 0.6 mmhos / cm, aucun signe de salinité des sols
- La fertilité chimique : la CEC est très faible.
- La matière organique : Les taux de matière organique ne sont pas satisfaisant.

❖ **Potentialités**

- Une conductivité électrique inférieure à 0,6 mmhos/cm qui témoigne d'une absence du risque de salure.
- Une profondeur du sol satisfaisante (plus de 70 cm)
- La composition granulométrique est très grossière à travers le profil ; la capacité de rétention en eau est très mauvaise
- Des pH alcalins peu favorable à la nutrition des plantes, cependant doivent être corrigés par des apports en engrais acidifiants. Tels que les engrais à base de soufre
- Des teneurs en calcaire actif modérément faible sans aucune incidence sur les rendements des cultures

II.2. Ressources en eau

II.2.1. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE.

II.2.1.1. Les nappes d'eau.

Introduction

La région d'étude est alimentée en eau potable dite Aaléno-Bajo-Bathonien. Cette exploitation est assurée par plusieurs séries de forages.

Ici, nous donnerons un aperçu des différentes formations aquifères du secteur étudié

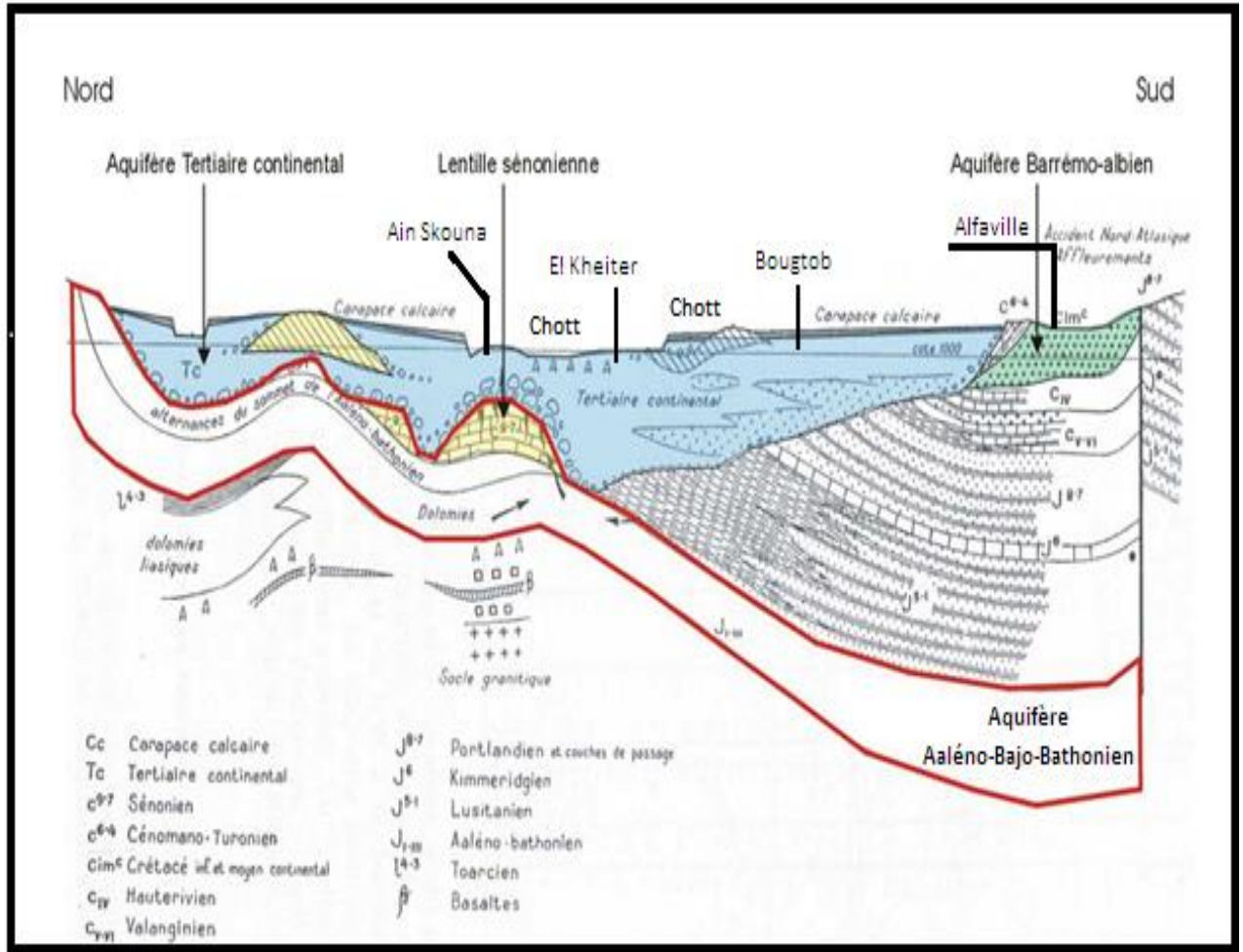


Figure 12 : Coupe schématique hydrogéologique représente les différentes nappes du secteur d'étude (in CLAIR.1956 modifié)

Horizon aquifères :

D'après les connaissances géologiques (CLAIR, 1956), on peut distinguer trois principales formations aquifères au sein du sous bassin de chott Chergui de la région d'EL Kheiter :

- L'aquifères tertiaire continental
- L'aquifères Aaléno-Bajo-Bathonien
- L'aquifères barrémo albien

L'aquifères Aaléno Bajo Bathonien

Cette nappe de grande étendue est la plus important de la région. Elle occupe généralement les dépressions topographiques et est exploitée par nombreux forages.

La formation dolomitique de l'Aaléno Bajo Béthonien représente l'aquifère le plus important du

sous bassin du Chott Chergui de la zone d'étude.

Cet aquifère d'une centaine de mètres d'épaisseur, repose sur les formations Imperméables du Toarcien. Ses limites Hydrogéologiques sont facilement identifiables au nord et au sud du bassin mais plus difficile à définir sur les bordures ouest et est ou la formation Aaléno Bajo Béthonien n'affleure pas (CLAIR, 1956)

Les dolomies sont recouvertes soit par la formations argilo-gréseuses du Jurassique supérieur ou en contact direct avec la formation argileuse du Tertiaire continental.

Localement les calcaires sénoniens, existant sous forme lentille au nord –est du bassin sont transgressifs sur l'Aaléno-Bajo-Bathonien. Ces formations sénoniennes seront intégrées dans le système aquifère de l'Aaléno-Bajo-Bathonien (CLAIR 1956)

Cette formation fortement perméable représente un drain naturel de la nappe du Jurassique moyen La perméabilité de cet aquifère est variable : importante au nord avec le faciès devient essentiellement schisto-géseux (CORNET, 1951in CLAIR)

L'aquifère de l'Aaléno-Bajo-Bathonien est alimenté à partir des affleurements :

- De la bordure sud des monts de Saida jusqu'à la bordure de l'Atlas saharien (1000 km² environ)
- Des monts de Méchéria (260 à 350 km²).
- Des affleurements sénoniens (300 à 400 km²)

Aquifère de Barrémo-albien :

La formation gréseuse du Barrémo-albien représente une formation aquifère et repose en générale sur les argiles du Crétacé inférieur. Cette formation affleure très largement à la bordure nord de l'atlas saharien et se termine en biseau vers le nord (CORNET, 1951in CLAIR).

L'aquifère du Barrémo-albien affleurent au cœur du dôme d'alfa ville et au sud dans l'atlas saharien près de Sidi Belaid (29km au sud de la région de Bougtoub) (CORNET,1951in CLAIR)

La perméabilité de cette formation est très variable (présence de nombreux niveaux argileux).

Aquifère du tertiaire continental :

Les niveaux grossiers de la base du Tertiaire continental constituent le faciès le plus perméable du remplissage continental. Dans le secteur Alfa ville, le remplissage tertiaire, plus sableux est en contact direct avec la formation du Crétacé. Les sources d'El Kheiter à l'ouest du sous bassin et le forage F11(parc Bougtoub), sont alimentées par cet aquifère (CLAIR, 1956).

Conclusion :

L'étude hydrogéologique de la région d'El Kheiter nous a permis de mettre en évidence la formation aquifère de la région les plus importantes sont celles Calcaireo-dolomitique de l'Aaléno-Bajo-Bathonien et argile à gypse avec calcaire carapace (lacustre) de remplissage du tertiaire continental, les grés continentaux avec sable et grés parfois argileux qui représentent l'aquifère Barrémo-albien

II.2.2. Qualité des eaux d'irrigation

II.2.2.1. La salinité

Une eau de mauvaise qualité peut avoir des incidences graves sur le développement des plantes.

La plante peut absorber l'eau de deux façons soit par les organes aériens (cas de l'irrigation par aspersion) soit par les racines, mais la quantité d'eau absorbée par les feuilles est toujours faible. Ce sont les racines qui assurent la quantité d'eau nécessaire.

II.2.2.1.1. La conductivité électrique

La conductivité électrique (CE) mesurée à 25°C est exprimée en mmhos/cm et rend compte de la salinité globale des eaux.

Quatre classes de risque salin ont été définies :

- * C1 : Risque faible $CE \leq 0,25$;
- * C2 : Risque moyen $0,25 < CE \leq 0,75$;
- * C3 : Risque élevé $0,75 < CE \leq 2,25$;
- * C4 : Risque très élevé $CE > 2,25$.

II.2.2.1.2. Le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R

Si l'eau est riche en sodium celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défloculation, pour apprécier le risque alcalin, on compare la concentration en ion Na⁺, celle en ion Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ :

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

Avec : Na⁺, Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ meq/l

Quatre classes de risque alcalin ont été définies, en relation avec le risque salin :

* S1 : Risque faible $S.A.R \leq 10$;

* S2 : Risque moyen $10 < S.A.R \leq 18$;

* S3 : Risque élevé $18 < S.A.R \leq 26$;

* S4 : Risque très élevé $S.A. R > 26$.

II.2.3. Ressource en eau d'irrigation

L'origine de l'eau est déterminante pour connaître les qualités ou plutôt les défauts de l'eau destinée à l'irrigation par pivot. L'irrigation dans notre cas se fait à partir d'un forage a partir des eaux de profondeur (eaux souterraines).il s'agit de la nappe Aaléno-Bajo-Bathonien.

Tableau 26 : caractéristiques hydrodynamiques de forage.

Nom du forage	Profondeur (m)	N-S	N-D (m)	Débit l/s	x	y	Date de réalisation
F11	150	12.49	39.33	50	0.100644572 49671793	34.171551 53529107	1994
F12	150	12.49	39.33	50	0.106548782 49671793	35.654587 15515352 9107	1994

II.2.4. Caractéristique des eaux d'irrigation

Les analyses des eaux, d'irrigation de notre parcelle sont faites au laboratoire sur un échantillon prélevé de forage utiliser.

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 13 : caractéristiques des eaux d'irrigation.

PH	CE (mmhos/cm)	Na+ (mg/l)	Mg ⁺⁺ (mg/l)	Ca ⁺⁺ (mg/l)	K+(mg/l)	S.A.R
7.76	1.18	120	29.16	124.24	10	13.70

L'eau d'irrigation de notre parcelle appartient au couple de (C3 –S3). D'après le diagramme de classification de Riverside des eaux d'irrigation on conclue que cette eau est de salinité élevé et d'alcalinité modéré.

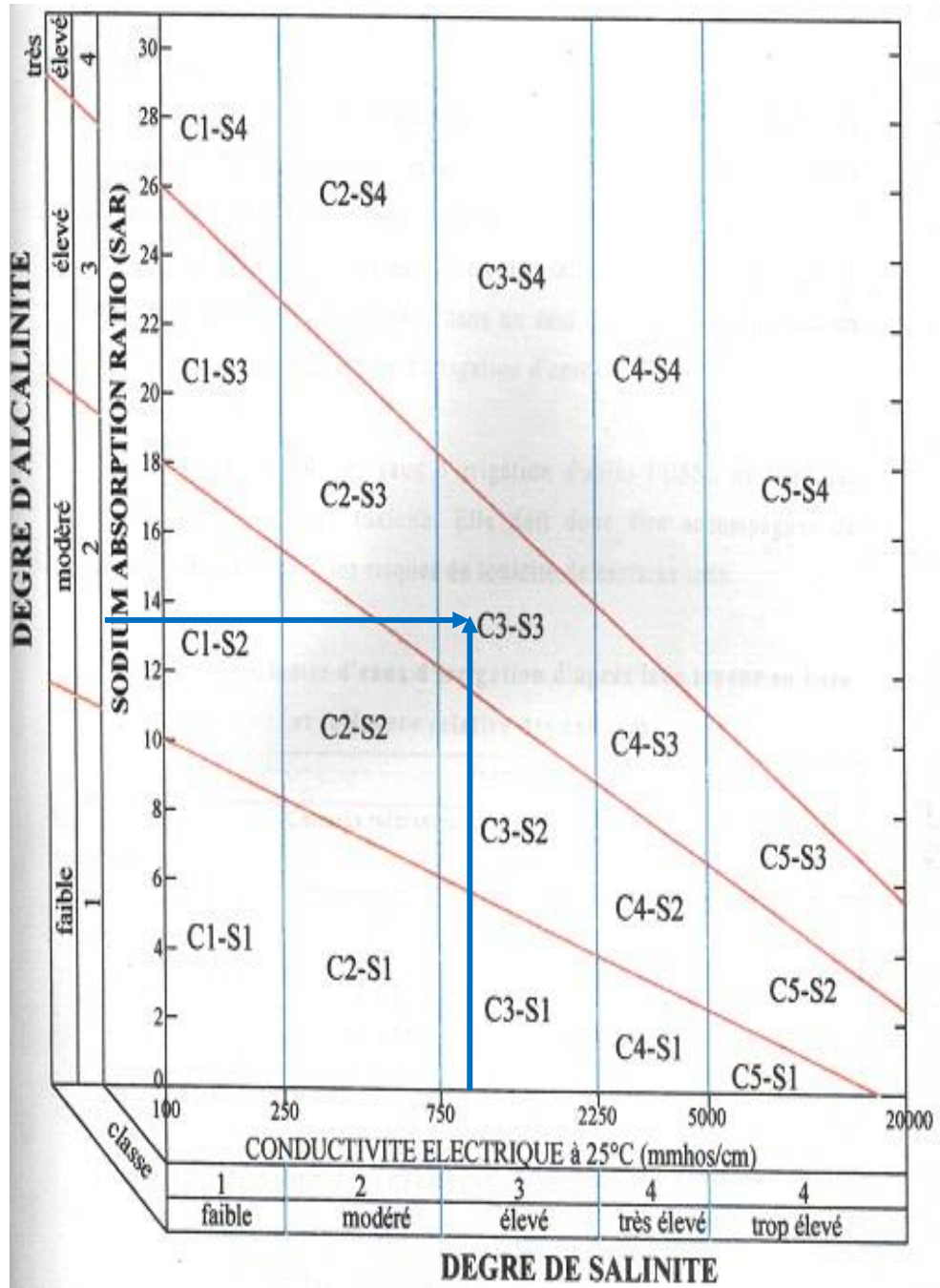


Figure 13 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation

Conclusion :

Les sols de la région d'El Kheiter ont une salinité modérée et une alcalinité assez importante.

Quant à l'eau d'irrigation elle est de classe C3-S3 d'après la classification de Riverside.

L'irrigation de ces sols conduira certainement à une salinisation secondaire.

Chapitre III : Étude hydrologique

Introduction :

La recherche hydrologique est essentielle pour la mise en œuvre de tous les projets : hydroélectricité, distribution d'eau, contrôle des crues, drainage, irrigation, assainissement, barrages et navigation fluviale. L'étude hydrologique dans notre cas vise à déterminer la pluviométrie mensuelle d'une année de sécheresse donnée, et nous devons déterminer la taille du réseau d'irrigation.

Comme notre zone d'étude est une zone aride, avec des précipitations mensuelles très faibles, nous ne devant pas faire l'ajustement, cars le résultat que nous allons obtenir sera erroné.

Pour montrer cela, l'étude étude se fera sur la base des données climatologique de la station d'El Bayadh et sur une période d'observation étalant de 30 ans.

Tableau 14 : Caractéristiques de la station météorologique.

Nom de la station	Code	Coordonnées		Altitude (m)	Période d'observation	Nombre d'année d'observation
		X (Km)	Y (Km)			
Aéroport d'El Bayadh	606200	31.4714	37.3438	984	1990 – 2019	29

III.1 But de l'étude :

L'analyse développée dans cette section vise à évaluer les précipitations autour de la zone d'irrigation afin de déterminer les précipitations à court et à long terme qui peuvent inonder certaines zones autour de la zone d'étude.

Homogénéité des séries pluviométriques :

Afin de vérifier l'uniformité de la série pluviométrique, nous avons effectué le test de Wilcoxon :

- La vérification de l'homogénéité de la séquence pluviométrique par cette méthode repose sur la procédure suivante : On divise la série complète en deux sous séries : x et y tel que : N_1 et N_2

Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement

$$\checkmark N_1 < N_2$$

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

On calcule les quantités W_y et W_x :

$W_{y/x}$ représente la somme des rangs de Y et c'est celle qui nous intéresse et est égale:

$$W_y = \sum_{i=1}^N \text{rang } Y = 1 + 3 + \dots + 13 + 17 + \dots + N$$

$$\text{Et } W_x = \sum_{i=1}^N \text{rang } X = 2 + 4 + \dots + 14 + 15 + \dots + N - 1$$

L'hypothèse est vérifiée si : $W_{min} < W_y < W_{max}$ avec,

$$W_{min} = \left[\left(\frac{(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - 1}{2} \right) - 1.96 \sqrt{\frac{N_1 \times N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12}} \right]$$

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

W_x : La Somme des rangs des sous séries.

Tableau 15 : Précipitation mensuelle de la station de l'Aéroport d'El Bayadh (ONM El Bayadh) sur 29 ans.

Année	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOU	ANNUEL
1990	0	0	0	0	0	0	0	92.97	0	0	0	0	92.97
1991	0	0	1.02	0	0.51	0	0	0	2.03	0	59.94	0	63.5
1992	0	0	1.02	0	0.25	3.05	0	1.02	0	0	0	0	5.34
1993	0	0.25	3.05	0	0	3.56	0	0	0	0	0	1.02	7.88
1994	1.02	0	0	0	2.54	0	31.5	0	0	102.1	35.05	0	172.22
1995	2.28	0.51	1.02	12.2	0	0	0	0	0	0	0	0	16.01
1996	0	0	0	0	0	7.12	7.62	0	7.11	0	2.03	0	23.88
1997	0	19.56	0	0	0.51	0	0	4.06	493	0	0	2.03	519.18
1998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.02	0	0	1.02
1999	0	0	27.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27.18
2000	0	0.25	0	0	0	0	0	0	1.78	0	0	0	2.03
2001	0	0.76	0	0	0	0	0	0.76	0	1.02	0	0.51	3.05
2002	0	3.05	0	0	0	0	0	0	0	0	11.7	0	14.75
2003	0	0	3.05	0	0.51	13.46	0	0	0	0	0	3.05	20.07
2004	0	0	2.03	2.03	0	2.54	13.97	37.08	0	0	0	0	57.65
2005	0	0	0	0	0	0	7.87	0	0	7.11	0	0	14.98
2006	0	0	0.51	0	0.76	2.03	0	0	3.06	0	0	0	6.36
2007	2.03	0	0	0	0	0	1.02	0	0	0	0	3.04	6.09
2008	3.05	41.9	0	1.02	0	5.33	2.03	0	0	0	0	0	53.33
2009	3.56	0	0	0	18.03	0	8.13	0	0	0	0	0	29.72
2010	8.89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.89
2011	0	0.51	0	0	0	1.02	3.05	0	0	0	0	0	4.58
2012	0	0	0	0	1.02	0	0	0	0	0	1.02	0	2.04
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0.76	1.02	0	0	1.78
2014	0	1.02	2.54	0	1.02	0	0	0	0	1.02	0	1.01	6.61
2015	0.25	0	0	0	0	0.51	0	0	0	0	0	9.14	9.9
2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0.25
2017	7.11	0	0	12.2	1.02	0	1.02	0	5.59	0	0	0	26.94
2018	34.03	0.76	2.03	0	0	3.05	0	2.03	0.25	0	0	1.02	43.17
2019	3.05	0.76	0	0	0	0	0.51	0	0	0	0	0	4.32

Tableau 16 : Test d'homogénéité de Wilcoxon pour la station de l'El Bayadh.

Rang	Série d'origine	Série Y	Série X	Ordre Décroissant	X Union Y
1	92.97	92.97	2.03	519.18	Y
2	63.5	63.5	3.05	172.22	Y
3	5.34	5.34	14.75	92.97	Y
4	7.88	7.88	20.07	63.5	Y
5	172.22	172.22	57.65	57.65	X
6	16.01	16.01	14.98	53.33	X
7	23.88	23.88	6.36	43.17	X
8	519.18	519.18	6.09	29.72	X
9	1.02	1.02	53.33	27.18	Y
10	27.18	27.18	29.72	26.94	X
11	2.03		8.89	23.88	Y
12	3.05		4.58	20.07	X
13	14.75		2.04	16.01	Y
14	20.07		1.78	14.98	X
15	57.65		6.61	14.75	X
16	14.98		9.9	9.9	X
17	6.36		0.25	8.89	X
18	6.09		26.94	7.88	Y
19	53.33		43.17	6.61	X
20	29.72		4.32	6.36	X
21	8.89			6.09	X
22	4.58			5.34	Y
23	2.04			4.58	X
24	1.78			4.32	X
25	6.61			3.05	X
26	9.9			2.04	X
27	0.25			2.03	X
28	26.94			1.78	X
29	43.17			1.02	Y
30	4.32			0.25	X

D'après le calcul on trouve :

W_y	W_{\min}	W_{\max}
112	63.27	188.73

L'hypothèse est vérifiée : $63.27 < 112 < 188.73$

Et donc la condition de Wilcoxon est vérifiée, ce qui veut dire que la série des précipitations annuelles de la station de l'El Bayadh est homogène.

III 2 : Étude 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 loi d'ajustement les plus communément employées sont :

- Loi de Gauss ou Loi Normale ;
- Loi de Galton ou Loi Log-Normale.

A titre de notre projet on va utiliser une simulation des apports annuels avec le logiciel **HYFRAN**.

III.2.1 Ajustement à la loi Normale :

Appelée également la loi Gaussienne, c'est une loi de probabilité continue qui dépend de deux paramètres : son espérance μ et son écart-type σ . Sa fonction de répartition est de la forme :

$$F(\mu) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\mu} e^{-\frac{1}{2}x^2} dx$$

Pour notre projet, il est utile de connaître les variations annuelles de la précipitation pour une période de retour de 5 ans.

Les résultats de l'ajustement de la série pluviométrique de la station sont regroupés dans le tableau et la figures qui suivent :

Tableau 17 : Ajustement selon la loi Normale.

T	q	XT	Intervalle de confiance (95%)
20	0.95	201	147 - 255
10	0.9	166	119 - 213
5	0.8	123	82.5 - 164
3	0.6667	83.2	46.9 - 120
2	0.5	41.5	6.82- 76.2

Tableau 18 : Statistiques de base :

Nombre d'observations	30
Minimum	0.25
Maximum	519
Moyenne	41.5
Ecart-type	97.0
Médiane	12.3

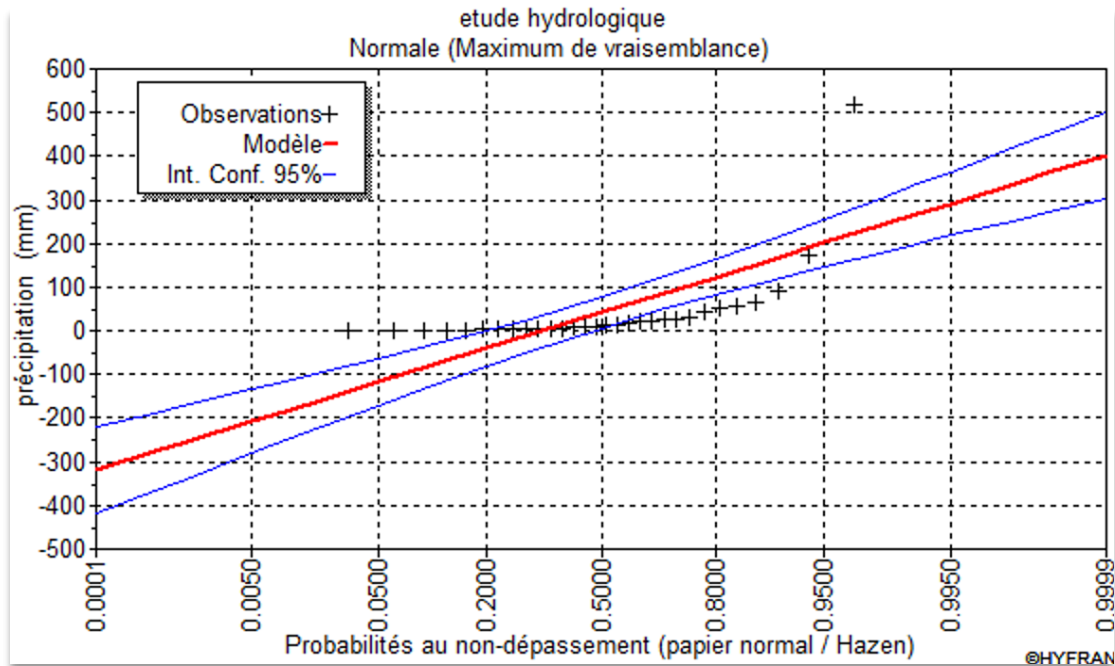


Figure 14 : Graphique de l'ajustement de la loi Normale.

III.2.2 Test de validité d'un ajustement :

Après avoir ajuster une série de données par les lois de probabilités et statistiques, il convient de comparer l'adéquation de cette loi afin d'adopter le meilleur ajustement. L'un des tests les plus employés est le test de Khi Carré χ^2 .

Pour le calcul on utilise le logiciel **HYFRAN**.

Tableau 19 : Test de validité des ajustements.

Loi Normale
χ^2 calculé = 73.6
Degrés de liberté =4

Le test de Khi Carré χ^2 montre qu'il n'existe aucune adéquation, alors on ne peut pas le retenir pour l'estimation de la série pluviométrique mensuelle moyenne de la région.

III.2.3 Détermination de l'année de calcul :

La détermination de l'année de calcul permet de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par les plantes. Elle est estimée comme une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%). Généralement on utilise la loi suivante

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

Tableau 20 : Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm.

Mois	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOU
P _{moy} (mm)	65.27	69.33	43.45	27.45	26.17	41.67	76.72	137.92	613.83	113.29	109.74	20.82

Conclusion :

Au cours de ce chapitre on a pu exprimer les principales caractéristiques hydrologique et statistique de la zone du projet.

Pour ce qui est de l'analyse statistique des pluies annuelles, on doit noter que le test de Khi carré a montré qu'il n'existe aucune adéquation pour cet ajustement. Ce qui a conduits à apporter toute la quantité des besoins en eau des cultures par l'eau d'irrigation. Donc ces dernières servent à dimensionner le réseau d'irrigation.

Chapitre IV : Besoins en eau des cultures

IV.1. Définition

En termes généraux, le besoin en eau d'une culture est équivalent au niveau d'évapotranspiration nécessaire à sa croissance optimale.

De façon précise, le besoin en eau est défini comme le niveau d'évapotranspiration d'une culture indemne de maladie et poussant dans une parcelle d'une surface supérieure à un hectare dans des conditions optimales de sol. Ces dernières consistent en une fertilité et une humidité suffisantes pour atteindre le potentiel de production de la culture dans le milieu considéré.

IV.2. L'évapotranspiration

L'évapotranspiration représente la quantité d'eau perdue sous forme de vapeur à partir d'une surface couverte de végétation. Cette quantité est généralement exprimée par unité de surface et par unité de temps, en $\text{m}^3/\text{ha}/\text{jour}$, en $\text{m}^3/\text{ha}/\text{mois}$ ou en $\text{m}^3/\text{ha}/\text{an}$. Bien entendu, l'évapotranspiration peut également s'écrire en mm/jours par mois ou par an.

On distingue : l'évapotranspiration de référence (ET_0), L'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle (ETR).

IV.2.1 L'évapotranspiration de référence :

Est définie comme « le niveau d'évapotranspiration d'une surface importante d'un gazon de hauteur uniforme (entre 8 et 15cm), en croissance active, recouvrant complètement le sol et alimenté en eau de façon non restrictive ».

IV.2.2 L'évapotranspiration potentielle :

Est définie comme l'ensemble des pertes en eau d'un couvert végétal abondant, bien alimenté en eau, lorsque l'énergie (évaporation de l'atmosphère) est le seul facteur qui limite cette évaporation. On peut définir l'ETP comme l'évapotranspiration d'un couvert végétal présentant un développement foliaire maximum (au stade de pleine croissance) couvrant bien le sol, ce dernier étant à la capacité au champ, L'ETP correspond à la « demande d'évaporation » en eau « pouvoir » évaporant de l'air.

IV.2.3 L'évapotranspiration réelle :

Pendant une période déterminée (jour, mois, cycle végétatif complet), chaque parcelle va perdre, par transpiration et évaporation directe, une certaine quantité d'eau appelée évapotranspiration réelle ETR : celle-ci pourra bien sûr être inférieur ou égal à l'ETP selon que les conditions de celle-ci sont réunies ou non.

IV.3. Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration

Il n'est pas question ici de présenter en détail toutes les méthodes utilisées pour le calcul de l'évapotranspiration des cultures.

On distingue généralement deux types :

- Les méthodes directes.
- Les méthodes indirectes.

IV.3.1. Méthodes directes

- L'évapotranspiration ou cuve lys métrique
- Le bac évaporant
- L'évaporomètre piche

IV.3.2. Méthodes indirectes

Ces méthodes permettent de calculer l'ETP à partir de formules ne comportant que des données climatiques.

- 1) Formule de Blaney et Criddle
- 2) Formule de Turc
- 3) Formule de Penman

IV.4. Calcul de l'évapotranspiration

L'évapotranspiration de référence est calculée par le biais du Logiciel CROPWAT version 5,1 en utilisant la méthode de Penman – Monteith. Le Tableau suivant donne les valeurs moyennes mensuelles en mm/j calculées sur une série de 10 ans entre 1990 et 2000.

Country	Algeria			Station	El Baaydh		
Altitude	984	m.	Latitude	33.40	°N	Longitude	1.10 °E
Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo
	°C	°C	%	m/s	hours	MJ/m ² /day	mm/month
January	0.0	9.8	56	2.8	5.8	10.4	56.42
February	0.8	12.3	57	2.9	7.1	13.9	63.97
March	4.2	15.6	50	3.6	7.9	17.7	107.91
April	6.6	18.8	45	3.8	9.0	21.7	139.07
May	11.5	24.4	37	3.6	9.9	24.4	190.76
June	16.8	30.7	29	3.4	10.7	26.0	231.77
July	20.7	34.8	23	3.3	10.1	24.8	265.71
August	20.0	33.9	25	3.1	9.8	23.3	248.45
September	15.7	20.0	38	3.1	8.8	19.6	152.82
October	10.4	21.6	49	2.8	7.8	15.4	117.82
November	4.4	15.0	60	2.8	6.4	11.4	69.48
December	1.4	10.8	69	2.8	5.4	9.3	47.48
Average	9.4	20.6	45	3.2	8.2	18.2	1691.66

Figure 15 : calculs de ET0.

Tableau 21 : ET0 mensuelles.

Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	J	JII	A	Sept	Oct	Nov	Dec
56.42	63.97	107.91	139.07	190.76	231.77	265.71	248.45	152.82	117.82	69.48	47.48

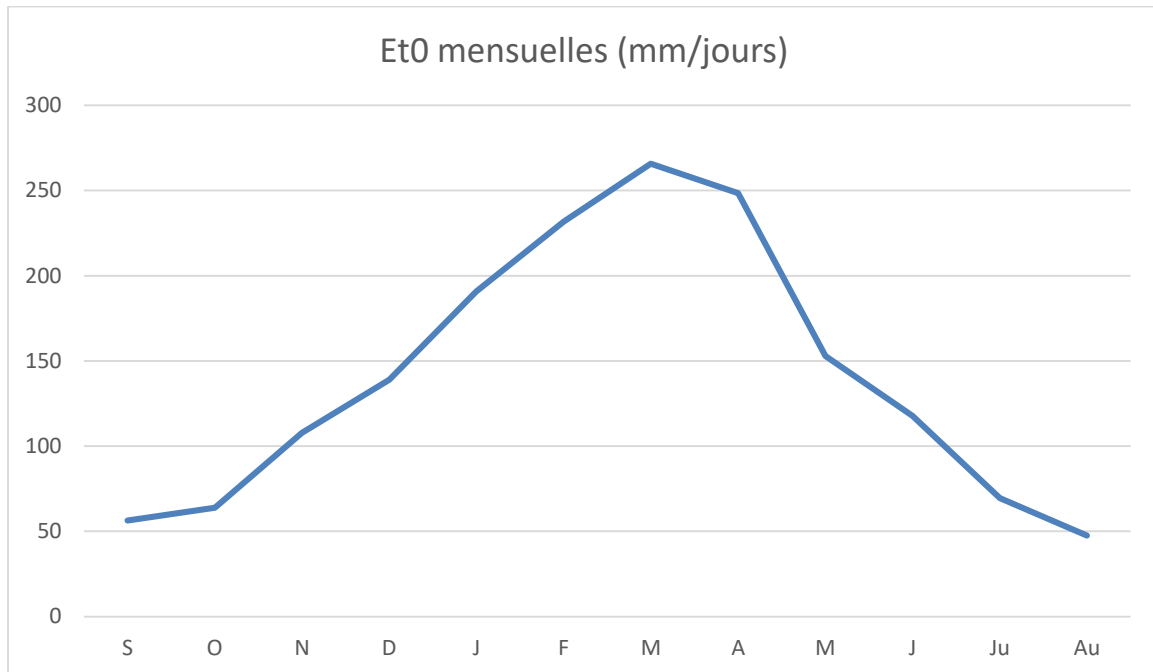


Figure 16 : ET0 calculée

- Période à forte évapotranspiration entre les mois d’avril et septembre.
- Période à faible évapotranspiration d’octobre à mars.

IV.5. Méthodologie.

Pour déterminer les besoins en eau d’une cultures (BEC), il faut connaître d’abord les mois de la durée de la vie de cette culture et la durée des quatre phases (initiale – croissance – mi saison – arrière-saison), l’évapotranspiration de référence (ETo) de chaque mois et le coefficient cultural (kc)

D’abord, il faut calculer le kc de chaque mois, après on peut trouver l’évapotranspiration maximale de cette culture (ETM) de chaque mois qui est égal :

$$\mathbf{ETM = kc \times ETo.}$$

Pour trouver les besoins en eau de cette culture pendant un mois on multiplie l’ETM x nombre des jours de ce mois, alors les besoins en eau total est l’ensemble des besoins de tous les mois.

En ce qui concerne le calcul de la RFU, sa valeur est donnée par l’expression suivante :

$$\mathbf{RFU=Y.(Hcc-Hpf).da.Z}$$

Hcc : humidité à la capacité au champ (20%).

Hpf : humidité au point de flétrissement (11%).

Y : degré de tarissement (généralement 2/3 et 1/3 pour les sols lourd et moyen à léger respectivement.

da : densité apparente (1.34).

Z : profondeur d'enracinement mm.

IV.6. Quelques rappels phyto-technique sur le blé

➤ Culture de blé

La culture de blé en zones sahariennes en conditions intensives constitue un fait nouveau en Algérie, elle bénéficie après 4 années d'observations et d'expérimentations d'une expérience appréciable. Cependant, il est nécessaire d'observer un certain nombre de précautions avant d'entreprendre cette culture. Ces précautions se résument comme suit :

- Procéder à l'analyse physico-chimique des sols par des organismes compétents.
- Procéder à l'analyse chimique des eaux très chargées (de sels).
- Eviter les sols salins ou calcaires.

Aussi, dans la phase actuelle, on ne peut signaler des problèmes provoqués par des adventices ou des maladies, mais il n'est pas exclu qu'ils surgissent dans un proche avenir .il faut avoir un souci constant pour les prendre en charge en cas d'apparition.

En fin, la température élevée des eaux à la source ne constitue pas un inconvénient majeur. Celles-ci se refroidissent progressivement en arrivant au niveau de la plante

➤ Les exigences du blé et adaptation :

Pour étudier les exigences du blé et leur adaptation on va tracer le Tableau

Tableau 22 : l'exigence du blé.

Facteurs	exigence	Caractéristique du milieu	Correctifs
sol	Fertile	Fertilité faible	*Apports de fumier *Rotations-assolement *Amendements organiques a long terme
	perméable	perméable	
	PH neutre	PH neutre à basique	
	Bonne structure	Absence de matière organique	Matière organique rotations
Eau	-800 mm/cycle -Faible charge -Repartie selon les besoins	* <50 mm/an * chargée (de sels)	Irrigation totale sous – solage (2à3 ans)
température	*15 à 22°C à la germination * une T°<10°C au tallage * une T°>4°C à l'épiaison * une T°>25°C à la maturité.	* risque de températures élevées après tallage	Choix de la variété Choix de la date de semis

➤ **Les variétés du blé :**

La variété à cultiver sous pivot doit être :

- ❖ D'un potentiel de production élevé.
- ❖ Précoce à semi-précoce (140 à 150 jours).
- ❖ D'une hauteur de paille courte (90 à 100 cm)
- ❖ D'une bonne résistance à la verse et à l'égrenage.
- ❖ D'une bonne résistance aux maladies.

➤ **Période de semis :**

La période de semis doit être raisonnée en fonction de la température :

- ❖ Une température moyenne durant la phase levée tallage. au semis, une température supérieur à 20°C accélère le cycle végétatif de la culture et peut l'exposer aux basses température a l'épiaison.
- ❖ Une température basse (<4°C) à l'épiaison provoque l'avortement
- ❖ Une température élevée (<30°C) au moment du remplissage du grain provoque l'échouage et tout particulièrement en semis tardif.

➤ **Densité de semis :**

La densité ou la dose de semis est à raisonner en fonction des paramètres suivants :

- Du poids de 1000 Grains de la variété a semer : plus le grain est gros, plus la dose de semis augmente.
- De la faculté germinative : augmenter la dose en cas de faible faculté germinative.
- De la teneur du sol et de l'eau en sels : augmenter la dose en cas de forte teneur en sels (possibilité d'inhibition de la germination d'une partie des graines semées)

Semis : Époques favorables entre le 15 novembre et le 15 décembre, on peut semer jusqu'à début janvier avec une baisse de production acceptable dans le cadre d'une rotation intensive.

Récolte : La récolte se fait à la fin de mois de mars.

Tableau 23 : Besoins en eau du blé.

Mois	Pluie (mm)	Peff (mm)	ET0	Kc	ETM (mm/mois)	RFU	RFUréel	Bnet (mm)	Bbrute(mm)
Septembre	65.3	58.5	56.42	0.3	0.64	6.4	0.00	20.9	0
Octobre	69.3	61.6	63.97	0.34	0.79	7.9	0.00	21.6	0
Novembre	43.5	40.5	107.91	0.58	1.57	12.5	0.00	18.9	0
Décembre	27.4	26.2	139.07	0.85	2.63	26.3	0.00	15.6	10.7
Janvier	26.2	25.1	190.76	1.14	3.95	39.5	0.00	13.2	26.3
Février	41.7	38.9	231.77	1.2	4.63	51	0.00	11.7	39.3
Mars	76.7	67.3	265.71	1.2	5.09	50.9	0.00	9.9	41
Avril	137.9	107.5	248.45	1.2	5.56	55.6	0.00	8.1	47.4
Mai	513.8	176.4	152.82	1.17	6.01	60.1	0.00	8.2	51.9
Juin	113.3	92.8	117.82	0.91	5.16	51.6	0.00	8.1	43.6
Juillet	109.7	90.4	69.48	0.61	3.78	37.8	0.00	7.7	30.1

Alors les besoins annuels du blé sont : BEC 300.5 mm soit 3005.0 m³/h

IV.7. Les besoins en eau pour le lessivage :

Les eaux d'irrigation du forage sont minéralisées suivant les analyses effectuées par le laboratoire de l'ANRH d'El Bayadh, la conductivité électrique est de 1402 $\mu\text{s/cm}$.

IV.7.1 Lessivage continuée

Le calcul du volume a apporté est basé sur la formule obtenue par la FAO irrigation et drainage (page 29)

$$LR = \frac{CE_w}{5CE_s - CE_w}$$

Avec :

ECw : conductivité électrique de l'eau d'irrigation ECw= 1402 $\mu\text{s/cm}$

ECE : seuil de conductivité électrique de la pâte saturée ECw= 2800 $\mu\text{s/cm}$.

$$Lr = \frac{CEw}{5CEs - CEW} = \frac{1402}{5 * 2800 - 1402} = 0.11$$

Conclusion :

On conclue dans ce chapitre que les besoins en eau pour la culture du blé varient selon le cycle végétatif. Pour le mois de pointe c a d le mois Mars le blé a besoin 93.2 mm/mois

Chapitre V : Généralité sur l'irrigation

V.1. Introduction :

L'homme a vu très tôt l'intérêt qu'il avait à apporter sur les terres qu'il cultivait l'eau d'appoint, sans laquelle certaines plantes ne pouvaient se développer, ou en tous cas atteindre leur croissance maximum c'est pourquoi il a pratiqué l'irrigation. Mais cette définition très simple cache un problème d'ensemble très ardu : il s'agit d'abord de trouver dans un rayon relativement restreint une eau disponible ; il faudra ensuite l'amener sur les lieux de culture, puis la répartir entre toutes les plantes en quantités bien déterminées.

Une solution heureuse de ce problème ne peut être trouvée en dehors de certaines règles précises d'ordre technique, agronomique, financier et même psychologique. Ces règles, nous pouvons les établir par le raisonnement, mais l'expérience de l'histoire nous les confirme.

V.2. DEFINITION DE L'IRRIGATION

Du point de vue technique l'irrigation c'est l'humidification artificielle du sol. Au cas où l'humidité naturelle du sol est insuffisante pour garantir un rendement optimum des cultures agricoles. En effet, l'irrigation assure pour les plantes les régimes hydriques, nutritifs, aérien, thermique, salé et micro biologique le plus favorable.

Les systèmes d'irrigation peuvent être classés en deux grandes catégories : l'irrigation gravitaire et l'irrigation par aspersion. Dans la pratique on distingue l'irrigation gravitaire, l'irrigation par goutte à goutte et l'irrigation par aspersion comme le montre le figure

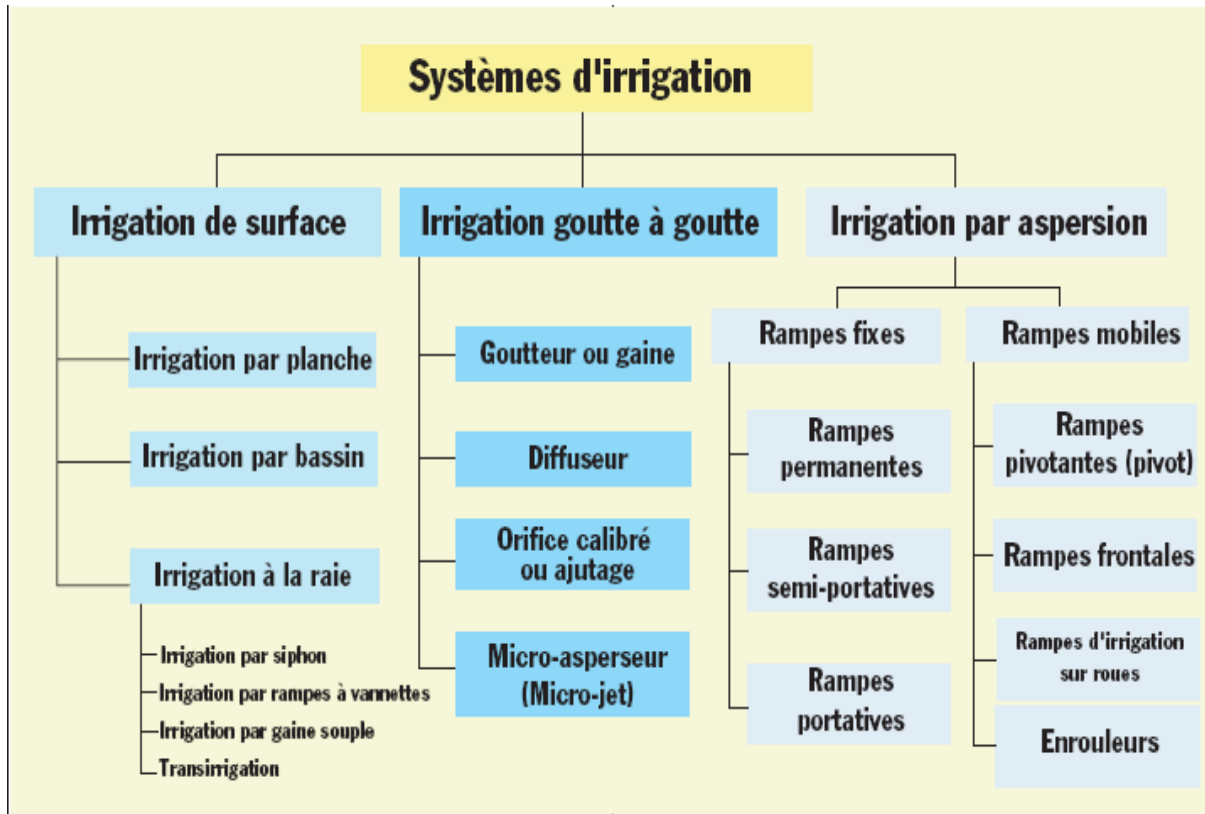


Figure 17 : les différents systèmes d'irrigation

Compte lieu du système d'irrigation étudié, nous nous attarderons que pour la description de l'irrigation par aspersion.

V.3. Irrigation par aspersion :

V.3.1. Introduction:

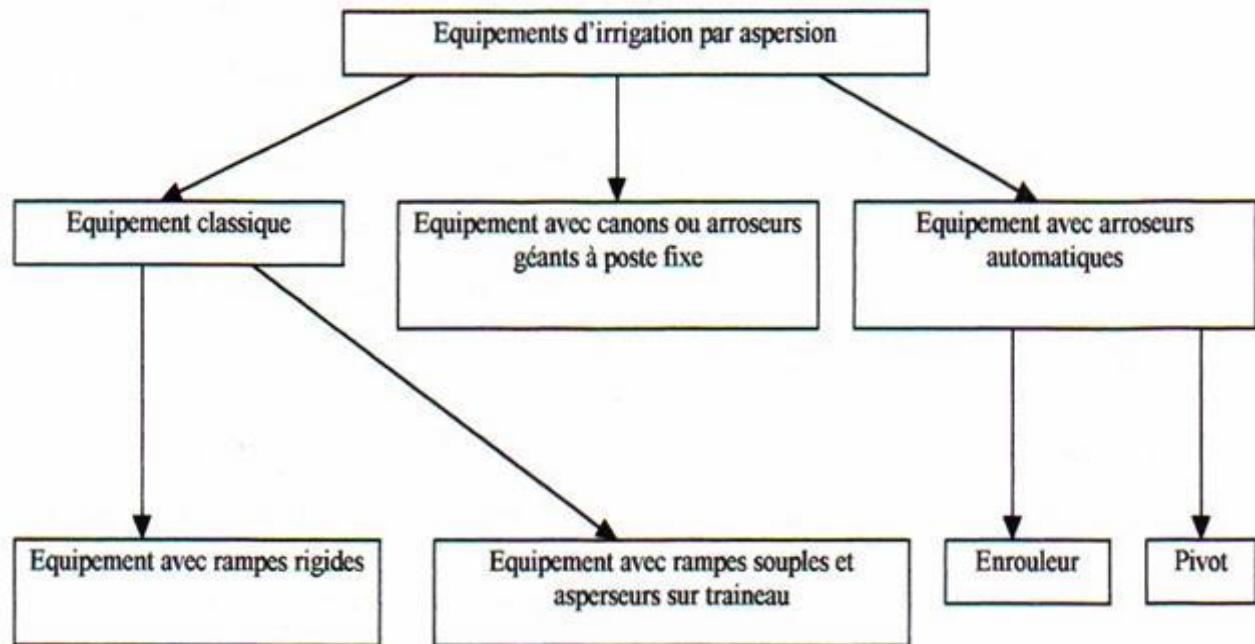
L'irrigation par aspersion est la technique d'arrosage par laquelle l'eau est fournie aux plantes sous forme de pluie artificielle grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression. Ces appareils rotatifs pulvérisent l'eau en fines gouttelettes et doivent assurer une répartition aussi uniforme que possible de la pluie sur la surface du sol.

V.3.2. Principe de mise en œuvre de l'irrigation par aspersion:

Le principe de mise en œuvre de l'irrigation par aspersion au niveau de l'îlot d'exploitation reste le même qu'il s'agisse d'irrigation individuelles ou d'irrigation pratiquées dans le cadre d'un réseau collectif. L'irrigation par aspersion peut bien sûr être pratiquée à partir d'une installation individuelle à l'échelle de chaque exploitation qui disposera alors d'une installation autonome

assurant la mobilisation de la ressource en eau, sa mise en pression et son adduction jusqu'à l'entrée de l'exploitation. Mais cette technique d'irrigation s'est surtout développée au cours des dernières décennies dans le cadre de réseaux collectifs avec des canalisations en charge livrant l'eau sous pression aux différents exploitants du périmètre par l'intermédiaire de prise d'irrigation implantée en bordure des différents îlots d'exploitation. L'eau sous pression est supposée disponible en bordure de la parcelle prise d'irrigation dans le cas d'un réseau collectif de distribution, extrémité aval de l'adduction dans le cas d'une installation individuelle. Le réseau de surface comportera une canalisation d'approche alimentant les rampes sur lesquelles sont montés les appareils d'aspersion. Chaque modèle d'asperseur peut être équipé de jeux de buses de caractéristiques différentes, permettant de couvrir une certaine gamme de pluviométrie d'arrosage, exprimée en mm/h. Cette pluviométrie est définie comme la hauteur d'eau moyenne appliquée sur la surface arrosée pendant l'unité de temps. L'ensemble des rampes et des asperseurs approvisionnés permettent d'arroser simultanément une certaine fraction de la superficie de la parcelle, ce qui constitue une position ou un poste. La durée d'un poste correspond au temps nécessaire à l'apport de la dose d'arrosage adoptée. Une fois la dose apportée, l'irrigant ferme sa prise et laisse s'écouler le temps de ressuyage avant d'intervenir sur le réseau mobile : le sol étant détrempé les déplacements seraient impossibles. Pour irriguer la totalité de la parcelle et effectuer un arrosage complet l'ensemble des rampes occupe plusieurs postes successifs avec déplacement des rampes de poste à poste. La canalisation d'approche, par contre, n'est pas déplacée, elle est semi fixe. Au cours de la campagne d'irrigation, plusieurs arrosages seront nécessaires 5 à 15 selon les cultures.

V.4. TYPE D'EQUIPEMENT POUR L'IRRIGATION PAR ASPERSION :



V.5. CHOIX DE L'EQUIPEMENT PAR ASPERSION :

Le choix de votre équipement d'irrigation dépend des critères suivants:

- ❖ La taille de l'exploitation,
- ❖ La topographie du terrain,
- ❖ Le type de sol, La nature des cultures,
- ❖ La main d'œuvre,
- ❖ La quantité d'arrosage,
- ❖ La consommation en énergie,
- ❖ L'investissement.

V.6. Les éléments d'une installation sous pression :

Dans les systèmes d'irrigation sous pression, l'énergie est communiquée par une pompe, cette dernière est un élément de base d'un système d'irrigation sous pression elle doit être

dimensionnée pour assurer le débit nécessaire et la pression suffisante. Parmi les différentes parties d'une installation sous pression, on distingue

➤ **La source en eau :**

L'eau peut être puisée soit en profondeur (nappe phréatique, source, puits) soit en surface (lac, étang, réservoir, barrage)

➤ **La prise d'eau :**

Quelle que soit l'origine de l'eau, la prise doit être correctement réalisée afin d'éviter l'aspiration de plantes.

➤ **Le groupe de pompage :**

Selon la source d'énergie utilisée, il faut distinguer le groupe électropompe (électricité) et le groupe motopompes (essence, diesel). Le groupe de pompage est généralement constitué des éléments suivants :

-Un tube d'aspiration souple ou rigide comportant

-un tube de refoulement comprend :

Canalisations principales :

On distingue les canalisations de distribution suivantes

a) La conduite principale (conduite d'adduction -distribution):

La conduite principale généralement enterrée, peut être constituée de matériaux aussi différents que :

- La fonte ;
- L'acier ;
- L'amiante-ciment ;
- Le béton précontraint ;
- Les matériaux plastique (pvc) ;
- Le matériau composite ;

b) La conduite secondaire (ou porte -rampes) :

La conduite secondaire distribue l'eau aux rampes. La plupart du temps, la conduite secondaire est superficielle et mobile, elle est installée sur le terrain seulement pour la durée de la campagne d'irrigation. Il existe des conduites secondaires en acier galvanisé en alliage léger, en polyéthylène, en pvc. Etc.

c) La conduite tertiaire ou rampe :

En général c'est une conduite superficielle démontable à accouplements rapides. Il existe des conduites tertiaires en :

- L'acier galvanisé ;
- L'alliage léger ;
- Le pvc ;
- Les tuyaux souples sont à base de caoutchouc renforcé et de matières plastiques et le polyéthylène de basse densité ;

V.7. Les différentes installations utilisées sont :

➤ **Installation fixe :**

L'installation est dite fixe lorsque la station de pompage et le réseau de canalisation sont placés de façon permanente, elles permettent de supprimer une grande partie de la main d'œuvres, mais les frais d'installation sont élevés

➤ **Installation mobile :**

On dit que l'installation est mobile lorsque l'ensemble peut se déplacer, dans ce cas, le matériel peut être utilisé à plein rendement, il est donc mieux amorti mais les installations mobiles nécessitent plus de mains d'œuvres.

V.8. Les principaux appareils d'arrosage :

On distingue différents types d'appareils d'aspersion parmi lesquelles on cite

Les appareils d'arrosage a basse et moyenne pression (1,5à 4 bars):

Ce type d'appareils constitue le matériel le plus ancien et le plus courant, parmi lesquelles on distingue

1) Sprinklers :

Les Sprinkler sont de types variable, les plus fréquemment. Employés étant des appareils d'encombrement réduit fixés ou montés sur un support lui-même relié par un tuyau souple à la canalisation. Ils sont devenus le type le plus classique des appareils fonctionnant sous moyenne pression de 02 à 04 bars. Les arroseurs de ce type sont très populaires. Ils trouvent leur application dans la plupart des systèmes d'irrigation. Ils sont très appréciés pour la finesse des gouttelettes d'eau et pour l'équipement en série de la vis de brise-jet particulièrement en cultures maraîchères. Le capuchon protégeant son ressort, sa bonne vitesse de rotation et ses excellentes performances font qu'il est très utilisé en lutte antigel sur vergers, fraisiers, vigne, etc.

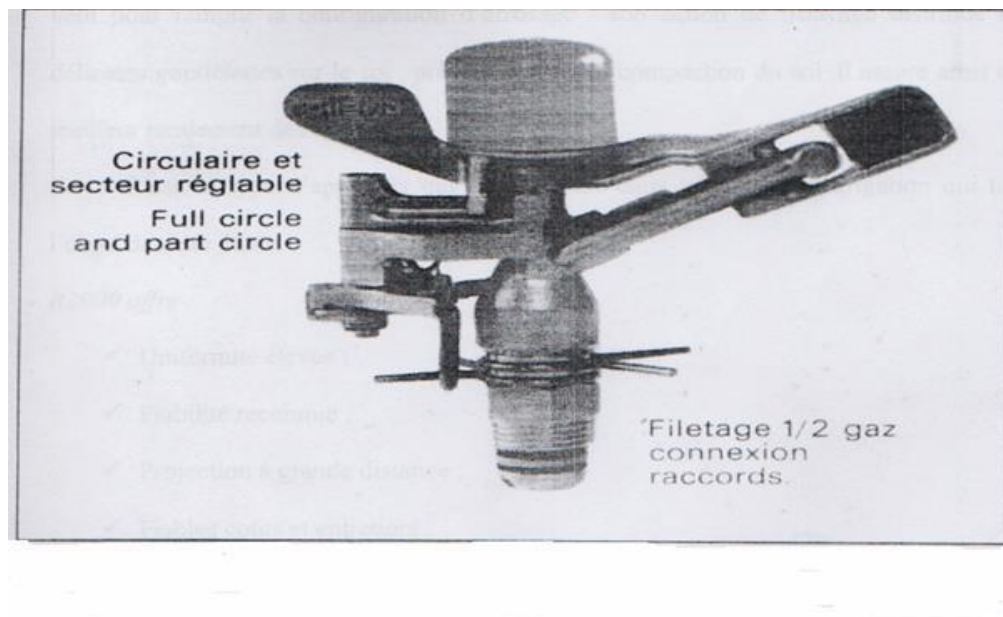


Figure 18 : asperseur du type sprinkler de la série 11

2) Rota Tor 2000 :

Le R2000 WF Rota Tor TM offre une uniformité bien meilleure que les arroseurs à batteur. Il propulse un jet dense, systématiquement brisé par un diffuseur, qui pénètre le vent pour remplir la configuration d'arrosage son action de balayage distribue de délicates gouttelettes sur le sol, prévenant ainsi la compaction du sol.

Le R2000 ROTATOR TM offre une uniformité bien meilleure que les arroseurs à batteur. Il propulse un jet dense, systématiquement brisé par un diffuseur, qui pénètre le vent pour remplir la configuration d'arrosage. Son action de balayage distribue de délicates gouttelettes sur le sol, prévenant ainsi la compaction du sol 11 assure ainsi un meilleur rendement des cultures. *R2000* offre.

Uniformité élevée ;

Fiabilité reconnue ;

Projection à grande distance ;

Fiables coûts et entretien Fiable taux d'application ;

Porte asperseur sans vibrations;

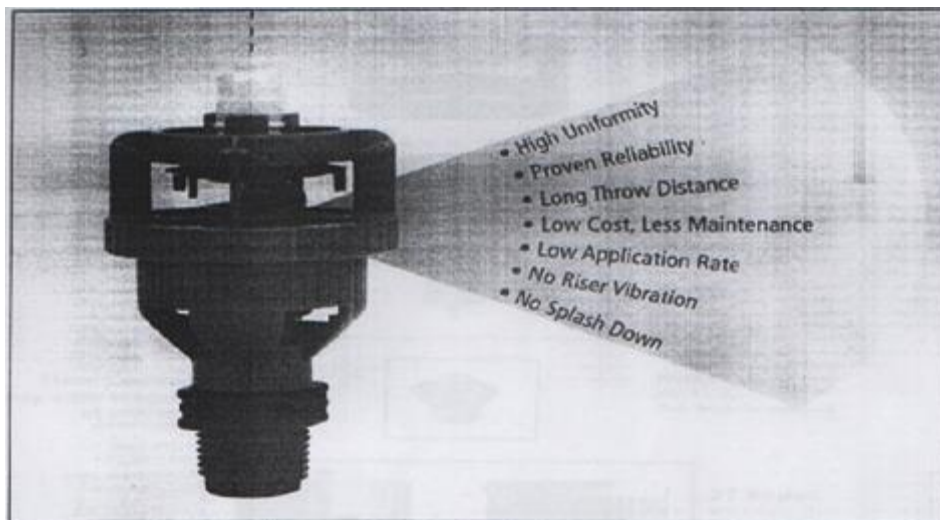


Figure 19 : asperseur du type ROTATOR 2000

Les appareils d'arrosage à haute pression (4 à 6 bars) ce type d'appareils délivrent des débits importants à longue portée. Les plus connus sont les canons d'arrosage décrit ci- dessous.

3) Les canons d'arrosage :

Les canons, en version standard ou à frein hydraulique, sont très appréciés pour leur répartition d'eau et tout en ayant une très longue portée, le grand choix de buses permet l'adaptation à tous les types de cultures .il est particulièrement conseillé dans les zones de pente avec son contre poids. Un modèle en bronze marin peut être commandé pour l'épandage d'eau très chargée. Ce type d'appareils est caractérisé par une Portée de 33 à 58 m, d'un débit variant entre 15 et 73 m³/h avec une pression de service allant de 4 à 8 bars.

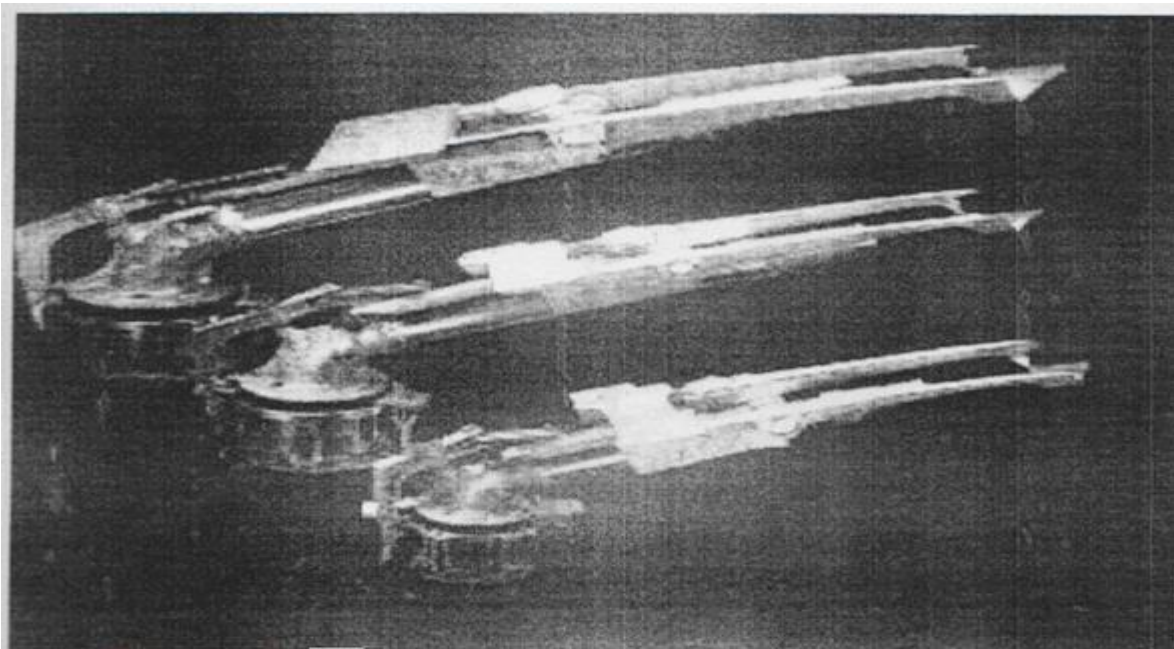


Figure 20 : représentation des canons

V.9. Les systèmes d'irrigation par aspersion :

1). Introduction :

Nous présentons ici les principaux systèmes d'irrigation par aspersion existant à savoir :

- ✓ Le système dit « à rampe mobiles »
- ✓ La couverture totale enroulable ;
- ✓ La couverture intégrale ;
- ✓ Les enrouleurs ;
- ✓ Le pivot ;
- ✓ La rampe frontale ;
- ✓ La micro- aspersion ;

V.9.1. Les rampes mobiles :

Dans chaque parcelle, la ou les rampes d'aspersion en alliage léger sont déplacées à la main de poste en poste. Ce système est le plus ancien de tous les systèmes d'irrigation par aspersion Le système à rampes mobiles a été et est encore le système le moins cher à l'hectare pour l'investissement en revanche il exige une main-d'œuvre abondante, de telle sorte qu'il est de moins en moins utilisé dans les pays où le coût de la main- d'œuvre est élevé. Les rampes mobiles sont utilisables pour un grand nombre de cultures de puis le maraîchage jusqu'aux grandes cultures notamment les cultures hautes gênent le déplacement des conduites pour résoudre ce problème, des systèmes mieux adaptés ont été créés La pression d'utilisation à l'arroseur est moyenne 3 à 4 bars.

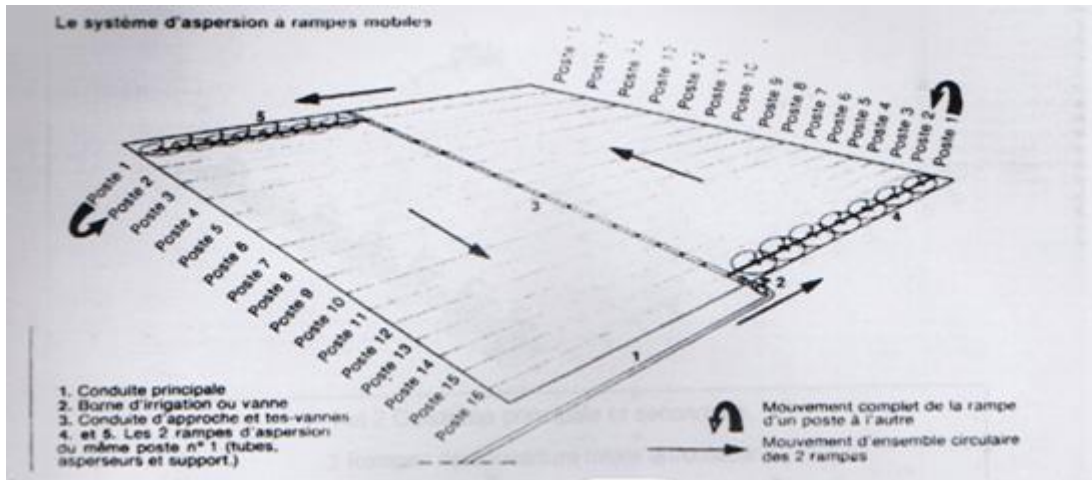


Figure 21 : système d'aspersion à rampes mobiles.

V.9.2. La couverture totale enroulable :

La parcelle à irriguer est couverte par un réseau superficiel fixe de tube en polyéthylène de petit diamètre (32mm), ce qui n'autorise qu'un asperseur par rampe. L'asperseur et son support sont déplacés le long des rampes d'une position à l'autre (poste après poste). Ce système original de grande robustesse permet de réduire considérablement les frais de main-œuvre par rapport au système des rampes mobiles car les rampes sont déroulées et enroulées mécaniquement une fois par an à l'aide d'un appareil de conception simple : l'enrouleur dérouleur, cet appareil est fixe sur l'attelage trois points du tracteur et sa capacité de 600m de rampe permet de couvrir 30 hectares par jour pour la pose ou la dépose de la couverture. La technique de la couverture totale enroulable convient à toutes les grandes cultures.

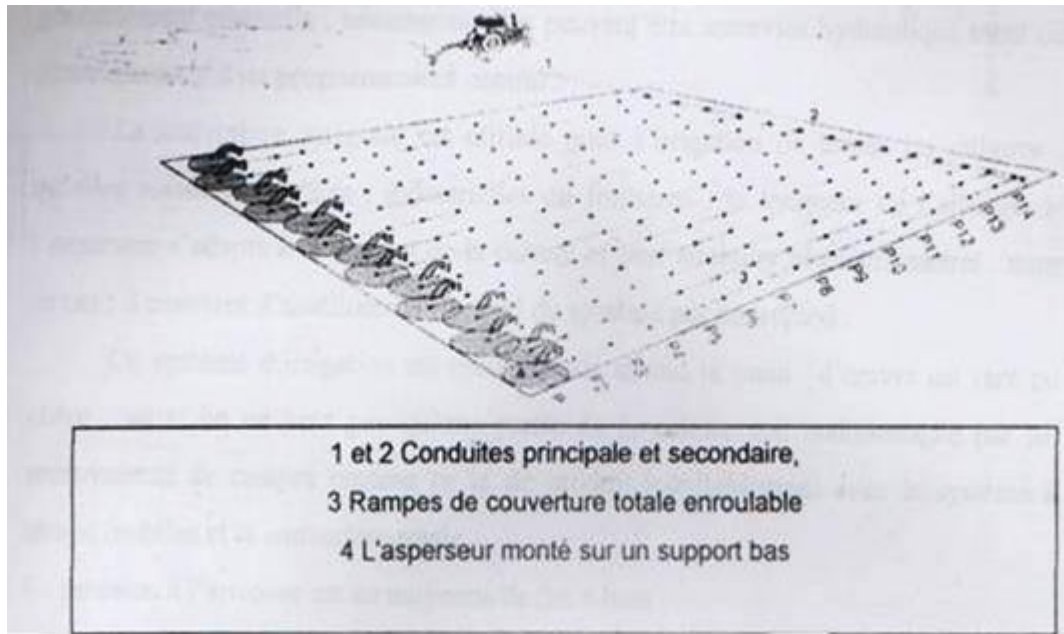


Figure 22: système d'aspersion à couverture totale enroulable.

V.9.3. La couverture intégrale :

Dans ce système, le matériel une fois posé reste *fixe* pendant la saison d'irrigation ce dispositif permet de supprimer la main d'œuvre qui était nécessaire pour la couverture totale. Cet avantage n'a pu être obtenu qu'en augmentant l'investissement en matériel, à savoir :

- Beaucoup plus d'aspersionneurs et de support à 1 hectare (17 à 70 selon le maillage). L'écartement entre deux arroseurs sur la rampe peut être de 6 (m) ,12 (m) ,18 (m) ou 24 (m) selon la nature de la culture à irriguer.

- des rampes de diamètre plus important en raison de débits plus élevés qu'il faut véhiculer. Pour diminuer la taille du groupe de pompage et des conduites primaire et secondaire, il convient de ne pas irriguer toute la parcelle en même temps. Pour cela, il faut créer des postes, arroses successivement en ouvrant et en fermant des vannes placées en tête d'une ou de plusieurs rampes la commande de ces vannes est généralement manuelle, néanmoins elles peuvent être asservies hydrauliquement ou électriquement à un programmeur central.

La couverture intégrale est utilisée pour l'irrigation de toutes les cultures qu'elles soient maraîchères, industrielles ou fruitières. La longueur de l'allonge de l'aspersionneur s'adapte à la hauteur de la culture et peut atteindre plusieurs mètres. Dans ce cas, il convient d'améliorer la

stabilité du système par un trépied. Ce système d'irrigation est recommandé quand la main d'œuvre est rare ou chère, ou si on ne veut pas qu'une partie de la culture soit endommagée par les mouvements de rampes comme cela de produit inévitablement avec le système à rampe mobiles et la couverture totale. La pression à l'arroseur est en moyenne de 3 à 4 bars.

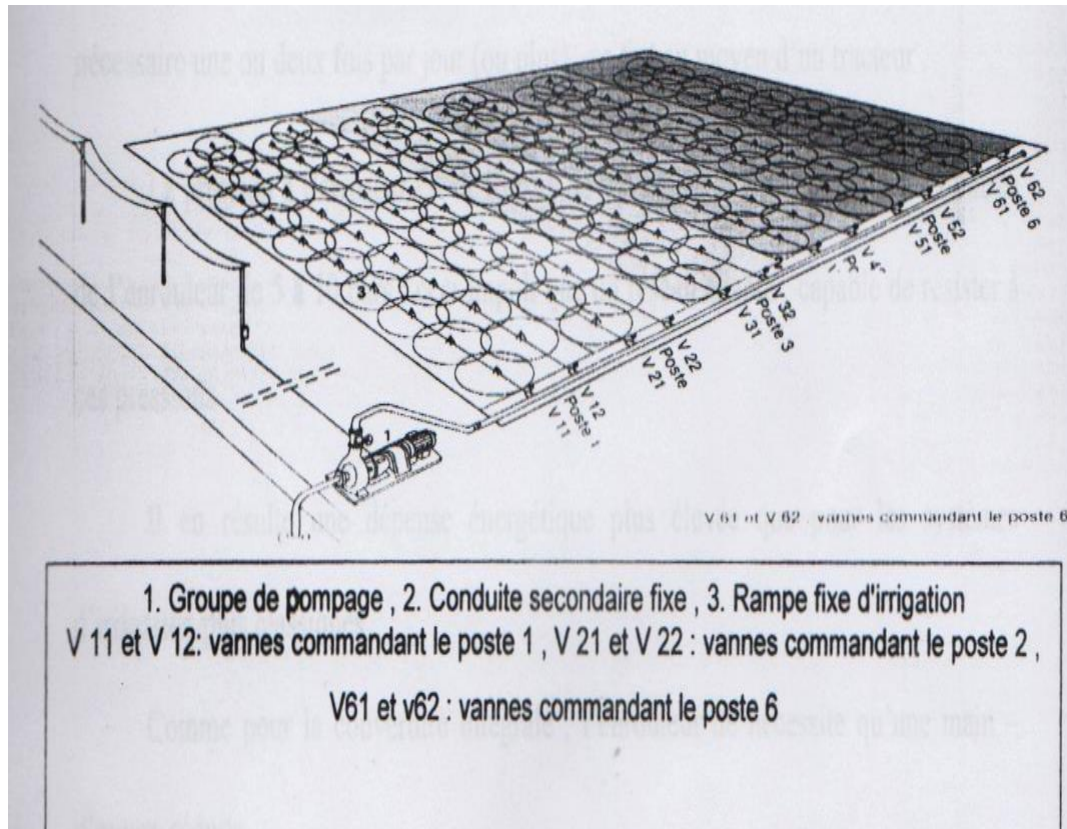


Figure 23 : système d'aspersion à couverture totale intégrale.

V.9.4. Les enrouleurs :

Les enrouleurs sont des appareils d'irrigation à grande capacité comportant :

- ✓ Un châssis à roues ;
- ✓ Un tube polyéthylène sur tambour ;
- ✓ Un moteur hydraulique ;
- ✓ Un traîneau porte - canon ;

Le traîneau est mu par traction du tube polyéthylène qui s'enroule sur le tambour grâce au moteur hydraulique. On irrigue donc une bande de terre à chaque passage. En fin de parcours, un système automatique assure l'arrêt du traîneau et l'enrouleur est soit retourne de 180 (appareil sur tourelle) à nouveau, ce déplacement, nécessaire une ou deux fois par jour (ou plus), se fait au moyen d'un tracteur. La pression à l'arroseur est de l'ordre de 4 à 5bars et celle nécessaire à l'entrée de l'enrouleur de 5à 10 bars. Ceci implique qu'un réseau adapté, capable de résister à ces pressions. Il en résulte une dépense énergétique plus élevée que pour les systèmes d'irrigation plus classiques. Comme pour la couverture intégrale, l'enrouleur ne nécessite qu'une main d'œuvre réduite. L'enrouleur est utilisable pour toutes les cultures mais en raison de la portée importante du canon (45mètres pour les appareils les plus gros), il est préférable de le réserver aux cultures robustes. Néanmoins, grâce à certaines précautions et aménagements son usage peut être généralisé à pratiquement toutes les cultures.

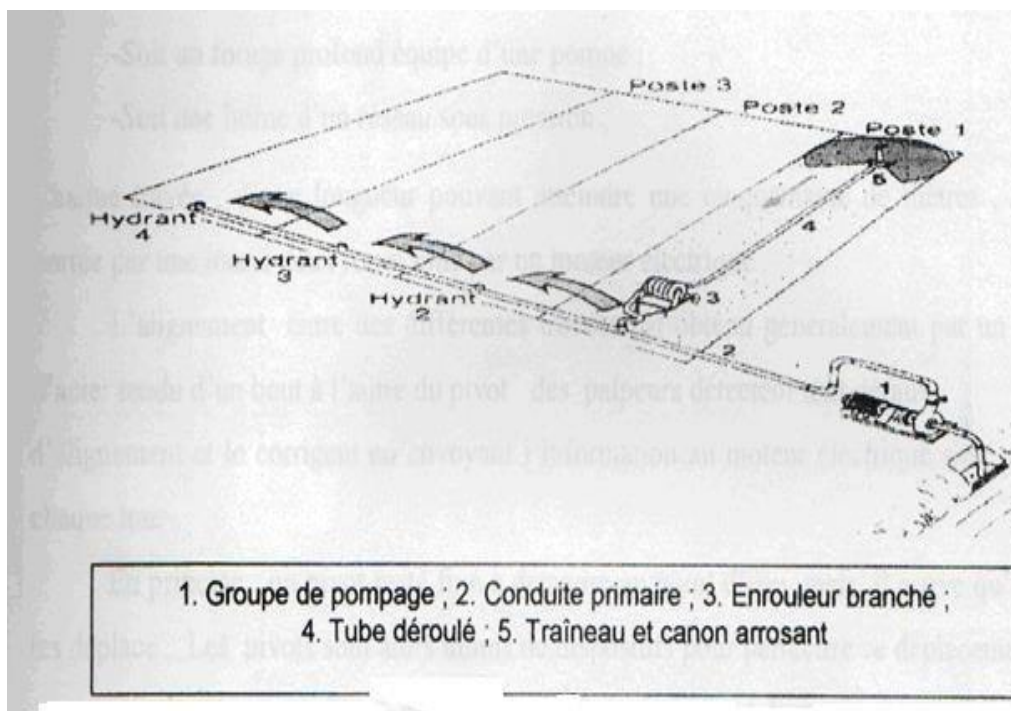


Figure 24 : système d'aspersion avec enrouleur



Figure 25 : enrouleur avec surpresseur.



Figure 26 : Enrouleur branché sur réseau sous pression.

V.9.5. La micro -aspersion :

La micro - aspersion est un système d'aspersion fixe dérivé de la goutte à goutte. Il compte comme ce dernier des rampes de polyéthylène sur le sol mais les goûteurs sont remplacés par des micros

-asperseurs rotatifs ou des buses fixes. La micro- aspersion est utilisée sur les sols très pauvres en argile et en limon (moins de 10 %), car ces sols ne permettent pas une diffusion latérale suffisante de l'eau pour pouvoir être arrosés à la goutte – à goutte.

Elle permet de dispenser l'eau sur une surface suffisante pour assurer une extension racinaire convenable, tout en limitant la zone humidifiée au strict minimum comme le ne fait la goutte à goutte et contrairement à l'aspersion classique, qui arrose toute la surface. L'eau est appliquée de façon répétitive à intervalles rapprochés (un à trois jours) et à dose faible (comme pour le goutte à goutte). La surface à irriguer est divisée en postes par des vannes manuelles ou bien par des vannes dont la manœuvre est hydraulique ainsi que la télécommande. Comme pour le goutte à goutte, la micro aspersion exige une eau bien filtrée. Ce type d'irrigation s'applique aux cultures fruitières et plus particulièrement à celles qui ont un enracinement superficiel de grand développement

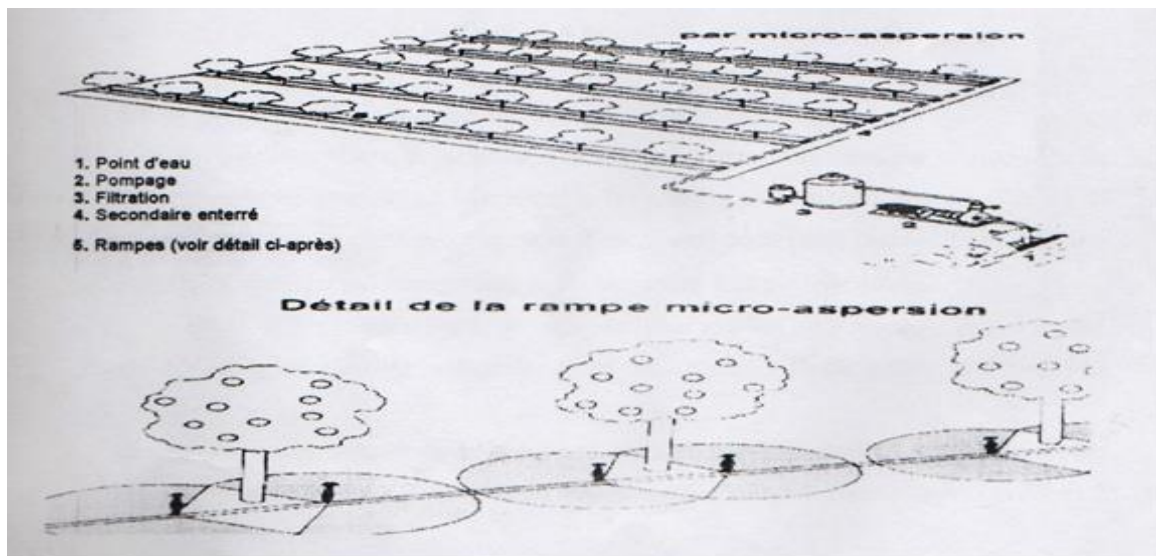


Figure 27 : système d'aspersion avec une rampe micro-aspersion

V.9.6. La rampe frontale :

La rampe frontale de grande envergure (jusqu'à 800 m), se déplace parallèlement à elle-même et perpendiculairement à l'axe du tube distributeur d'eau. Un petit générateur électrique couplé à un moteur thermique fournit l'énergie nécessaire à l'avancement de la rampe. La rampe frontale est alimentée en eau de différents faons, soit par un canal, soit par un réseau sous pression. La rampe frontale permet l'irrigation de champ carré et rectangulaire sans aucune perte de terrain ni adjonction d'un système complémentaire.

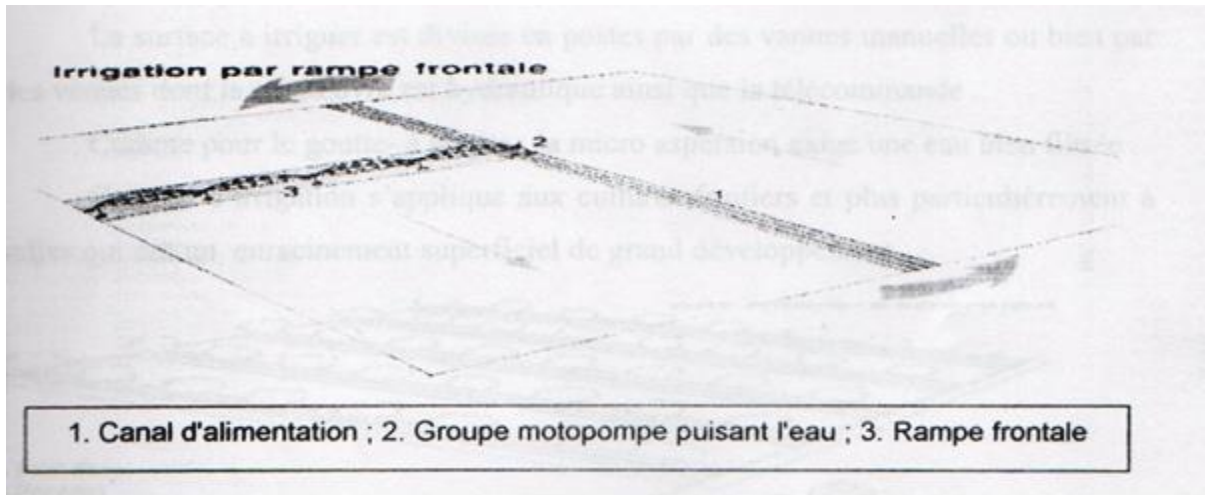


Figure 28 : système d'aspersion à rampe frontale.

La rampe frontale Valley à travée unique, à multiples travées ou universelle convient parfaitement à l'irrigation des champs rectangulaires. Elle permet également d'irriguer les champs en forme de L grâce à son pivotement de 90 degrés, ou des champs parallèles en pivotant de 180 degrés autour de la motrice et en inversant le sens de marche. Avec la rampe frontale Valley, vous pouvez maximiser la surface irriguée.

❖ **Rampe frontale à deux roues avec multiples travées**

Caractéristiques standard

- Tube de 5" de diamètre
- Tuyau tracté et alimentation en extrémité de machine
- Option pivotement pour demi-tour
- Guidage – par sillon ou souterrain
- Travées à bas profil, profil standard et haut profil
- Remorquage en marche avant et en marche arrière

Avantages

- Idéale pour les cultures à haute valeur ajoutée et pour les cultures extensives
- Facilite l'élimination de l'écoulement de surface pour certains sols, grâce à de faibles applications d'eau

❖ **Rampe frontale à deux roues avec travée unique**

La rampe frontale à deux roues avec travée unique présente les mêmes caractéristiques standard et les mêmes avantages que celle à multiples travées. La seule différence est qu'elle est dotée d'une seule travée et irrigue par conséquent un champ de plus petite largeur que la rampe à multiples travées (longueur maximale : 105,2 mètres).



Figure 29 : Rampe frontale à deux roues avec travée unique

❖ **Rampe frontale universelle :**

Tout comme les rampes frontales à travée unique ou à multiples travées, la rampe frontale universelle vous permet d'utiliser la plus grande superficie possible de votre champ. La rampe universelle fonctionne cependant à la fois en tant que rampe frontale et que pivot central, et présente ainsi les avantages combinés des deux machines. De plus, il suffit de pousser un bouton pour faire demi-tour et irriguer un champ parallèle.

Caractéristiques standard

- Point de pivotement de 8''
- Tube de 6 5/8'' de diamètre
- Tuyau tracté ou alimentation par canal
- Remorquage ou demi-tour (intérieur ou extérieur)
- Guidage – par sillon, par câble aérien ou souterrain
- Travées au profil standard, à haut profil et à ultra haut profil
- Automatisation complète du mouvement de la rampe grâce au panneau de commande programmable cams™ Pro2

Avantages :

- Idéale pour les cultures à haute valeur ajoutée et pour les cultures extensives
- Facilité l'élimination de l'écoulement de surface pour certains sols, grâce à de faibles applications d'eau
- La motrice standard sert à la fois pour l'option tuyau tracté et pour celle de l'alimentation par canal.



Figure 30 Rampe frontale universelle à alimentation par canal



Figure 31 : Rampe frontale universelle à tuyau tracté



Figure 32 : Rampe frontale universelle avec guidage par sillon

V.9.7. Le pivot :

V.9.7.1. HISTORIQUE :

Depuis longtemps l'irrigation en pluie par l'aspersion est utilisée pour les cultures maraîchères et les horticulteurs ; c'est vers 1930 seulement que ce système d'arrosage est passé en grande culture, lorsque le progrès de la métallurgie permet de construire des conduites légères et d'ingénieux appareils de réparation. Cette méthode n'est pas nouvelle en France, elle était pratiquée il y'a une vingtaine d'année sur un millier d'exploitation représentant 15,00 hectares, elle se développe à un cadence extrêmement rapide. En Afrique de Nord elle fait également des progrès considérables. (OLLIER et POIRE, 1986)

V.9.7.2. ETUDE GENERALE SUR LE SYSTEME DE PIVOT

V.9.7.2.1 INTRODUCTION :

La recherche de la minimisation des coûts de main d'œuvre a conduit au développement de matériel qui permet d'irriguer de grandes surfaces sans déplacement de matériel nécessitant beaucoup de main d'œuvre. Le pivot central est essentiellement équipé d'une rampe mobile qui tourne autour d'un point d'où il est alimenté en eau (souvent par pompage souterraine) des buses différentes sont monté sur cette rampe. (PERSONNS et HASSANI 1995) En 1988 l'opération fabrication de pivot d'irrigation a été entamée par l'entreprise ANABIB, qui dispose d'une capacité de production de 300 pivots par an.



Figure 33 : vue aérienne d'un périmètre irrigué par pivot

V.9.7.2.2.DEFINITION D'UN PIVOT :



Figure 34 : irrigation par pivot

Le pivot est une machine d'irrigation automatique arrosant un cercle actionné par l'énergie électrique, l'eau est distribuée par des travées alignées bout à bout et tournant de manière synchronisée autour d'un point central

V.9.7.2.3. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT :

A partir de la centrale de commandes on démarre le pivot vers le sens choisi, et on règle la vitesse d'avancement par un bouton de réglage de vitesse de la dernière roue. Les vitesses de chacune des tours sont différentes, elles s'accroissent du centre vers la dernière tour du pivot, cette vitesse se

règle au niveau de la dernière tour, a une valeur variable de 12 à 170 m/h correspondant à une rotation complète de la tour tous les 2 à 8 jour, si une tour avance sans entraîner la tour voisine, alors elle provoque une cassure angulaire au niveau de cette dernière. Cette cassure enregistrée au niveau de la centrale de commande par un système électrique, ouvre la vanne d'alimentation du moteur hydraulique, cette seconde tour se met alors en marche jusqu'à son réalignement et ainsi de suite.

V.9.7.2.4. DESCRIPTION DES ELEMENTS PRINCIPAUX DU PIVOT :

1) La tour centrale :

C'est le point fixe du pivot qui conduit l'eau venant de forage vers les travées et les asperseurs. Alors que le courant électrique venant de la source électrique au voisinage de la tour centrale vers les différentes tours mobiles.

2) Centrale de commandes :

C'est le centre moteur du pivot, en point d'interaction du courant arrivant et du courant partant; c'est le centre de contrôle pour le personnel permettant de choisir les conditions demandées d'opération.



Figure 35 : centrale de commandes.

3) La travée :

Elle est constituée par la canalisation d'alimentation d'eau supportant soit les arroseurs, soit des tubes verticaux qui porte alors extrémités des buses. Cette canalisation est articulée au niveau du raccordement de deux travées successives de façon suffisamment souple pour permettre un certain débattement La longueur de travée (L) varie selon des dimensions propres a chaque constructeur.

Chez Pérot :

$L=39,49$ m en $Q= 5,6$ et $8''$

$L= 50,73$ m en $Q=5$ et $6''$

Chez Irrtfrance :

$L= 46,41$ et $52,41$ m en $Q= 133$ mm

$L=51,97$ et $63, 85$ men $Q=168,3$ mm

4) Accouplement :

C'est le système mobile de raccordement entre 2 travées. Celles- ci sont reliées par une rotule multidirectionnelle permettant la formation d'un angle entre deux travée pouvant atteindre 30° c'est ainsi que le pivot est adopté aux terrains accidentés.



Figure 36 : accouplement.

5) La tour mobile :

La tour mobile est montée sur des roues actionnées par un moto réducteur électrique de faible puissance décroît de 1,25 à 1,15 C.V, ces tours supportant les travées a l'une de leurs extrémités et assurant le déplacement de celle-ci autour du point central.

6) Contacteur d'alignement de tour mobile :

Est monté sur la plaque de fond de la commande de direction l'actionnement de ce contacteur fait avancer ou reculer la tour mobile.

7) Porte-à-faux :

Grâce à la porte à faux, l'irrigation par aspersion dépasse largement la dernière tour mobile. A son extrémité est fixé un dessabler pour purge et, éventuellement, un canon à retour lent pour l'arrosage des angles. Généralement modulable en élément de 5,6 à 6 (m), sa portée maximale n'excède pas 24 (m) du battement du canon d'extrémité qui risque de déformer la structure.

(BASSEZ et DIJBALEN, 1987)

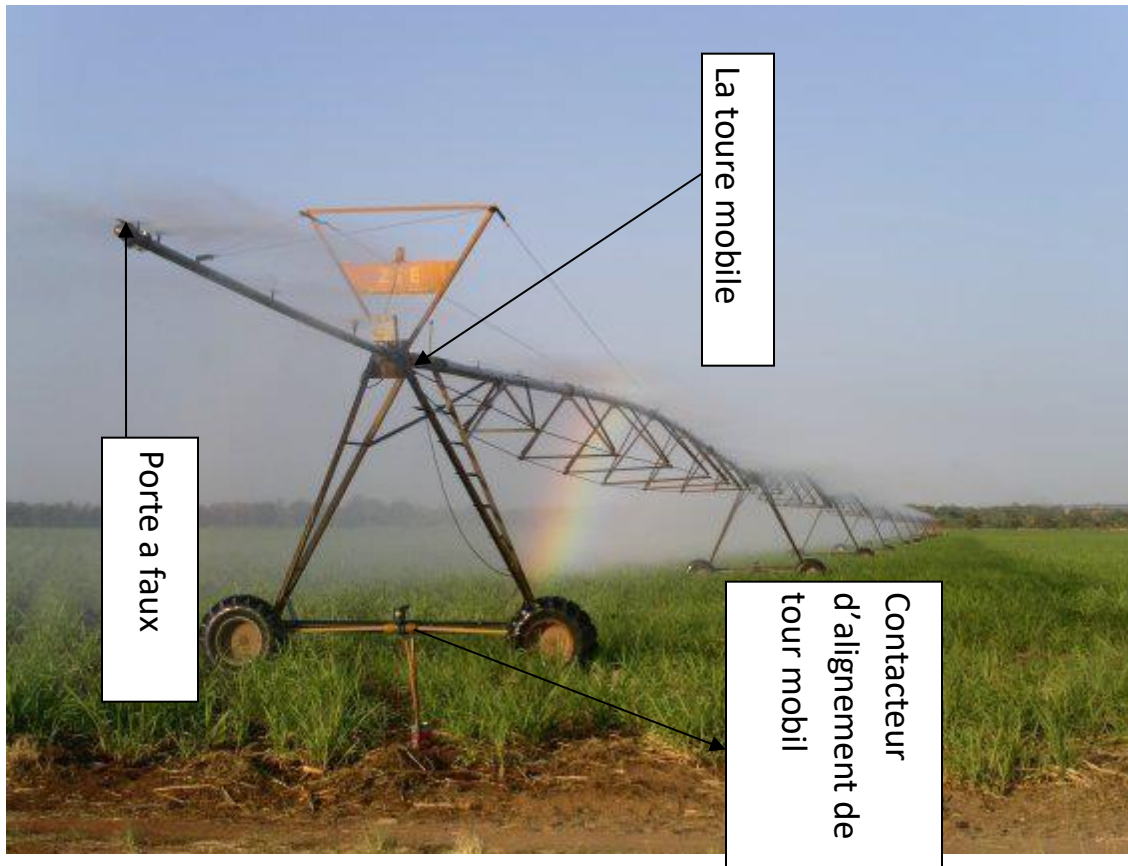


Figure 37 : description des éléments principaux du pivot

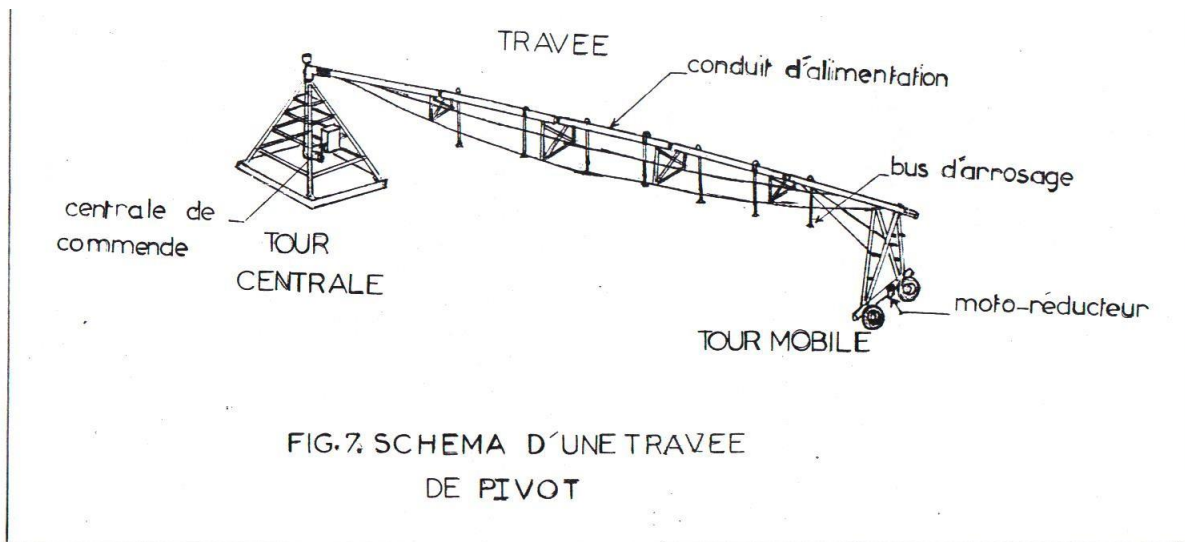


Figure 38 Schéma d'une travée de pivot

V.9.7.3. Type de l'installation du pivot :

1) Installation fixe :

Elle est dite fixe quand la station de pompage et le réseau de canalisation sont placés d'une façon permanente, elle permet ainsi de supprimer une grande partie de travail, mais les frais d'établissement sont généralement élevés.

2) Installation mobile :

Dans ce type on a l'ensemble de l'équipement qui se place à l'inverse de l'installation fixe, et qui demande donc de la main d'œuvre. On a la facilité d'utiliser le matériel à plein rendement durant tout l'intervalle de l'arrosage, ce qui permet un meilleur amortissement.

V.9.7.4 Déplacement du pivot :

Les grands pivots sont installés en poste fixe sur des parcelles arrosées chaque année, mais pour des raisons d'économie ou des impératifs d'assolement de nombreux irrigateurs sont intéressés par le pivot déplaçable d'une année sur l'autre ou même en cours de campagne d'irrigation. Compte tenu de la technologie des pivots, seuls les petits pivots (moins de 6 tours) peuvent être facilement déplacés surtout si ce déplacement doit avoir lieu plusieurs fois en cours de campagne il existe actuellement deux techniques de déplacement.

V.9.7.4.1. Déplacement remorquage du pivot central :

Dans ce cas, le pivot effectue généralement deux demi-tours successifs de façon à se présenter à la fin de l'arrosage d'un demi-tour en bonne position pour être déplacée vers la borne correspondant à l'autre demi-tour comme l'indique le schéma. Le remorquage s'effectue grâce à un tracteur qui attelé au pivot central monté sur SKIS (parfois sur roues), pour le déplacement d'une position à une autre. Les roues des tours doivent être tournées d'un quart de tour : ceci nécessite de soulever chaque tour l'une après l'autre. La méthode la plus rapide consiste à utiliser le relevage du tracteur pour cette opération.

Certains utilisateurs déplacent ainsi leur pivot tous les deux jours en cours de campagne. (BASSEZ et DUBALEN, 1987)

V.9.7.4.2. Déplacement par translation horizontale du pivot :

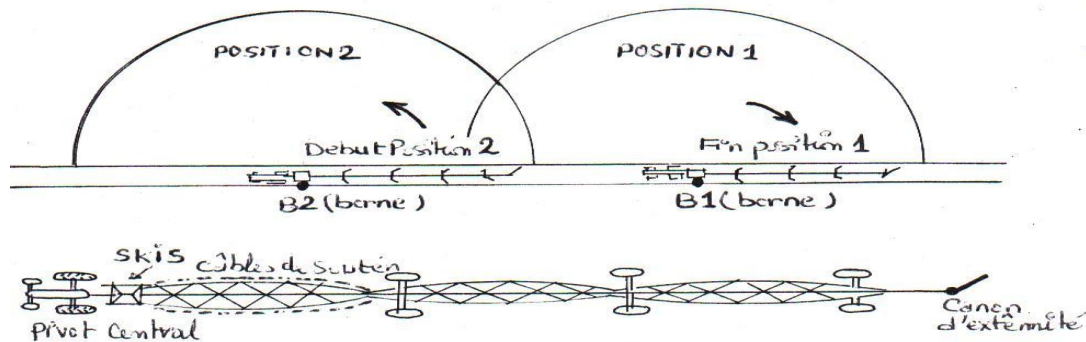
Cette méthode permet d'effectuer deux ou plusieurs tours complets successifs ou deux demi-tours opposés, le pivot central de conception particulière est monté sur deux roues en arrosage, il tourne en même temps que les travées. Lorsque le pivot termine d'arroser son premier tour, et se

Trouve en position A_i, on fait tourné d'un quart de tour les roues de pivot centrale sans toucher aux roues des autres tours. Le pivot effectué alors une translation jusqu'à la position A₂; à la manière d'une rampe frontale, le pivot central se guidant sur un câble placé au-dessus de sol. En raison de la lenteur du pivot à effectuer la translation A₁ à A₂ (2m 1min) le changement de position demande actuellement environ (03 heures) mais ne nécessite qu'un homme et les possibilités de la méthode sont beaucoup plus variée que celles de la méthode par remorquage (BASSEZ et DUBALEN, 1987).



Figure 39 : remorquage de pivot par tracteur

Remarque du pivot central à l'aide d'un tracteur



Remarque par translation horizontale

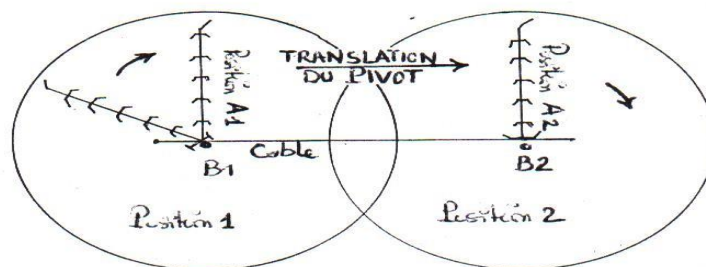


Figure 40 : déplacement de pivot

Conclusion :

Comme on a vu précédemment et exactement dans ce chapitre on peut classer l'irrigation dans deux grande catégorie soit l'irrigation gravitaire ou bien l'irrigation par aspersion.

L'irrigation par aspersion principal but de cette étude notamment par le pivot nous donne la possibilité de produire la pluie artificielle, et ramener les besoins en eau nécessaire a nos cultures.

Le fonctionnement de cette machine est simple, et ne demande pas des efforts des mains d'œuvres.

Chapitre VI : ETUDE TECHNIQUE DE L'IRRIGATION PAR PIVOT

VI.1. Dimensionnement par un pivot

Introduction :

La conception d'un projet d'irrigation par pivot nécessite de déterminer certains paramètres régissant le fonctionnement de ce pivot, à commencer par le choix de la culture.

Dans notre cas, et vu l'importance de l'intensification céréalière dans le Sud Algérien nous avons choisi l'irrigation d'une parcelle de blé qui est une culture stratégique a forte valeur ajoutée.

VI.1.1 Choix de la culture : le blé

Importance du blé en milieu saharien : du point de vue agronomique, le blé est une des cultures les mieux adaptées au Sahara. Son port de graminée lui permet d'utiliser au mieux la lumière à toutes les heures de la journée. Sa mécanisation est d'ailleurs indispensable à la rentabilité du système, car les travaux (semis, traitements, récoltes) doivent être exécutés en temps et heure. C'est donc une méthode de production qui exige de lourds investissements en matériel perfectionné, mais emploie peu de main-d'œuvre ouvrière.

VI.1.2 Données générales

-**Temps de travail** : 20 heures par jour, et 25 jours par mois.

-**Besoins en eau de pointes** : 121.05 mm pour le mois de Mai.

-**Perméabilité du sol** : le sol est de type sablo-limoneux avec une perméabilité estimée de :

$$K = 20 \text{ mm/h.}$$

-**Dose pratique** : RFU : elle est calculée comme suit :

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

Y : degré de tarissement : égal à 2/3 ;

Da : densité apparente : égale à 1.4

Z : profondeur d'enracinement mm (60 cm pour Le blé)

Hcc : humidité à la capacité au champ (20%)

Hpf : humidité au point de flétrissement (08%).

$$\text{RFU} = (20 - 08) / 100 * 0.6 * 1000 * 1.4 * 2/3 = 67.2 \text{ mm.}$$

-**Besoins journalier de pointe** = 4.0 mm/j.

Calcul de la dose d'arrosage et le tour d'eau(T) en jours :

$$T_{\text{eau}} = \frac{\text{Dose}_{\text{RFU}} \cdot N_j}{B_{\text{mp}}}$$

$$\text{Dose}_{\text{RFU}} = 67.2 \text{ mm, } N_j = 25 / \text{mois}$$

$$T_{\text{eau}} = 13.9 \text{ jours}$$

On prend un $T_{\text{eau}} = 13 \text{ jours}$

Nombre d'irrigation par mois : donc on irrigue **2 fois/mois**

Efficienc e d'irrigation = 0.75 .

$$\text{Nouvelle dose réelle} = 13 \times 4.035 = \mathbf{52.45 \text{ mm}}$$

$$\text{Nouvelle dose brute} = 52.45 / 0.85 = \mathbf{61.7 \text{ mm.}}$$

VI.1.3 Calculs de la structure du pivot :

Le pivot projeté doit être à la dimension des unités parcellaires qui ont un rayon de 357 mètres chacune, après le calcul nous allons voir comment faire la composition du système selon les dimensions commerciales disponibles chez les différents constructeurs.

1) Détermination de la surface (A) arrosée par un pivot :

$$A(\text{ha}) = \frac{3.14 \times (L_p(m) + R_g(m))^2}{10000}$$

Tel que :

A : superficie (hectares).

L_p : longueur de pivot (m).

R_g : portée du canon d'extrémité.

Les pivots utilisés auront une longueur (L_p) de 357 m (07 travées) sans canon d'extrémité. Le tableau des performances des pivots (Anabib) est présenté dans l'annexe.

$$A(\text{ha}) = 40.0 \text{ ha}$$

La superficie arrosée par un pivot avec un rayon de 357m est de 40ha.

2) Le temps minimum de révolution d'un pivot Tr_{min} :

$$Tr_{\min}(\text{h}) = 0.1047 \frac{L_t(m)}{Vt_{\min}(\frac{m}{\text{min}})}$$

L_t : la longueur des travées (m).

V_t : la vitesse maximale de la dernière tour (m/min).

AN :

$$Tr_{\min}(\text{h}) = 0.1047 \frac{350.8}{2.5} = 14.7 \text{ h}$$

Donc le temps minimum de révolution du pivot est de 14 heure et 41 min.

3) Le pourcentage auquel la vitesse de la dernière tour respecter P(%) :

$$P(\%) = \frac{100 \times Tr_{\min}}{(T(d) - T_{\text{main}}(d)) \times 24}$$

Tel que

Tr_{min} : Le temps minimum de révolution d'un pivot (h).

T(d) :le tour d'eau.

T_{main}(d) :le temps de maintenance.

AN :

$$P(\%) = \frac{100 \times 14.69}{(7 - 0) \times 24} = 4.71\%$$

1) Le temps de révolution d'un pivot $Tr(h)$:

$$Tr(h) = \frac{100 \times Tr_{min}(h)}{P(\%)}$$

Tel que

$P(\%)$: le pourcentage de la vitesse de la dernière tour. Dans notre cas, on prend un doseur cyclique de **14%**.

$Tr_{min}(h)$: Le temps minimum de révolution d'un pivot (h).

AN :

$$Tr(h) = \frac{100 \times 14.69}{14} = 105 \text{ h}$$

Le temps de révolution du pivot est de 04 jours et 6 heures.

2) Le débit d'un pivot $Qp(m^3/h)$:

$$Op\left(\frac{m^3}{h}\right) = \frac{Dg \times (Lp(m) + Rg(m))^2}{Tr(h) \times 318.3}$$

Tel que :

$Dg(mm)$: la dose brute corrigée.

$Lp(m)$: la longueur totale du pivot.

$Rg(m)$: la portée du canon.

AN :

$$Op = \frac{61.71 \times (357)^2}{105 \times 318.3} = 235.5 m^3/h$$

Le débit du pivot est de **235.5m³/h, soit 65 l/s**. ce débit est garanti par deux forages de 35l/s chacun, soit au total 70l/s, ce qui suffisant pour assurer l'arrosage de la parcelle.

Pour parvenir à ces résultats nous avons utilisés le polycopié de cours des pivots d'irrigation et les catalogues des constructeurs de pivot et Excel pour le calcul.les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 24: résultats des calculs de la structure des pivots.

A(ha)	40.03
Lp(m)	357
Lt	350.8
Rg(m)	0
Vt max(m/min)	2
Tr_{min}(h)	14.69
Tmaintce d	0
P(%)	14
Tra(h)	105
Qp(m³/h)	235.5
Qp(l/s)	66 l/s

VI.1.4 Calculs des asperseurs pour les pivots :

Nous avons calculé tout d'abord les débits (Qs) des asperseurs, ensuite nous avons utilisés les catalogues pour choisir des asperseurs et leurs débits (Q catalogue - Qc). Le calcul de leurs pluviométries (Ps) dont les résultats sont comparés à la vitesse d'infiltration (I) du sol ou se pratique l'irrigation.

1) débit requis pour un arroseur de pivot donné

$$Q_e = \frac{L * Q_p * L_e}{A * 95.5}$$

Avec :

Q_e : débit à l'arroseur (l/min).

L : distance jusqu'à l'arroseur (m).

Q_p : débit du pivot (m³/h).

A : superficie irriguée par le pivot (ha).

L_e : espacement entre arroseurs (m)

Les résultats de calcul des débits requis pour les arroseurs de pivot sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

Tableau 15 : Calcul des asperseurs situé à la distance de 2.96m à 50.32m sur la rampe du pivot.

N°piquage	Ls(m)	Qp(l/min)	Qp(m3/h)	Le(m)	A(ha)	Qe(l/min)
1	2.96	3925	235.5	2.96	40.03	0.54
2	5.92	3925	235.5	2.96	40.03	1.08
3	8.88	3925	235.5	2.96	40.03	1.62
4	11.84	3925	235.5	2.96	40.03	2.16
5	14.8	3925	235.5	2.96	40.03	2.70
6	17.76	3925	235.5	2.96	40.03	3.24
7	20.72	3925	235.5	2.96	40.03	3.78
8	23.68	3925	235.5	2.96	40.03	4.32
9	26.64	3925	235.5	2.96	40.03	4.86
10	29.6	3925	235.5	2.96	40.03	5.40
11	32.56	3925	235.5	2.96	40.03	5.94
12	35.52	3925	235.5	2.96	40.03	6.48
13	38.48	3925	235.5	2.96	40.03	7.02
14	41.44	3925	235.5	2.96	40.03	7.56
15	44.4	3925	235.5	2.96	40.03	8.10
16	47.36	3925	235.5	2.96	40.03	8.64
17	50.32	3925	235.5	2.96	40.03	9.18
						82.58

Tableau 26: calcul des asperseurs situé à la distance de 53.28m à 103.6m sur la rampe du pivot:(deuxième travée).

N° piquage	Ls(m)	Qp(l/min)	Qp(m3/h)	Le(m)	A(ha)	Qe(l/min)
1	53.28	3925	235.5	2.96	40.03	9.72
2	56.24	3925	235.5	2.96	40.03	10.26
3	59.2	3925	235.5	2.96	40.03	10.79
4	62.16	3925	235.5	2.96	40.03	11.33
5	65.12	3925	235.5	2.96	40.03	11.87
6	68.08	3925	235.5	2.96	40.03	12.41
7	71.04	3925	235.5	2.96	40.03	12.95
9	74	3925	235.5	2.96	40.03	13.49
10	76.96	3925	235.5	2.96	40.03	14.03
11	79.92	3925	235.5	2.96	40.03	14.57
12	82.88	3925	235.5	2.96	40.03	15.11
13	85.84	3925	235.5	2.96	40.03	15.65
14	88.8	3925	235.5	2.96	40.03	16.19
15	91.76	3925	235.5	2.96	40.03	16.73
16	94.72	3925	235.5	2.96	40.03	17.27
17	97.68	3925	235.5	2.96	40.03	17.81
18	100.64	3925	235.5	2.96	40.03	18.35
19	103.6	3925	235.5	2.96	40.03	18.89
						257.46

Tableau 27: calcul des asperseurs situés à la distance de 106.56m à 156.88m sur la rampe du pivot:(troisième travée).

N° piquage	Ls(m)	Qp(l/min)	Qp(m ³ /h)	Le(m)	A(ha)	Qe(l/min)
1	106.56	3925	235.5	2.96	40.03	19.43
2	109.52	3925	235.5	2.96	40.03	19.97
3	112.48	3925	235.5	2.96	40.03	20.51
4	115.44	3925	235.5	2.96	40.03	21.05
5	118.4	3925	235.5	2.96	40.03	21.59
6	121.36	3925	235.5	2.96	40.03	22.13
7	124.32	3925	235.5	2.96	40.03	22.67
9	127.28	3925	235.5	2.96	40.03	23.21
10	130.24	3925	235.5	2.96	40.03	23.75
11	133.2	3925	235.5	2.96	40.03	24.29
12	136.16	3925	235.5	2.96	40.03	24.83
13	139.12	3925	235.5	2.96	40.03	25.37
14	142.08	3925	235.5	2.96	40.03	25.91
15	145.04	3925	235.5	2.96	40.03	26.45
16	148	3925	235.5	2.96	40.03	26.99
17	150.96	3925	235.5	2.96	40.03	27.53
18	153.92	3925	235.5	2.96	40.03	28.07
19	156.88	3925	235.5	2.96	40.03	28.61
						432.33

Tableau 28: calcul des asperseurs situé à la distance de 159.84m à 210.16m sur la rampe du pivot:(quatrième travée).

N° piquage	Ls(m)	Qp(l/min)	Qp(m3/h)	Le(m)	A(ha)	Qe(l/min)
1	159.84	3925	235.5	2.96	40.03	29.15
2	162.8	3925	235.5	2.96	40.03	29.69
3	165.76	3925	235.5	2.96	40.03	30.23
4	168.72	3925	235.5	2.96	40.03	30.77
5	171.68	3925	235.5	2.96	40.03	31.30
6	174.64	3925	235.5	2.96	40.03	31.84
7	177.6	3925	235.5	2.96	40.03	32.38
9	180.56	3925	235.5	2.96	40.03	32.92
10	183.52	3925	235.5	2.96	40.03	33.46
11	186.48	3925	235.5	2.96	40.03	34.00
12	189.44	3925	235.5	2.96	40.03	34.54
13	192.4	3925	235.5	2.96	40.03	35.08
14	195.36	3925	235.5	2.96	40.03	35.62
15	198.32	3925	235.5	2.96	40.03	36.16
16	201.28	3925	235.5	2.96	40.03	36.70
17	204.24	3925	235.5	2.96	40.03	37.24
18	207.2	3925	235.5	2.96	40.03	37.78
19	210.16	3925	235.5	2.96	40.03	38.32
						607.21

Tableau 29 : calcul des asperseurs situé à la distance de 213.12m à 254.56m sur la rampe du pivot:(cinquième travée).

N° piquage	Ls(m)	Qp(l/min)	Qp(m3/h)	Le(m)	A(ha)	Qe(l/min)
1	213.12	3925	235.5	2.96	40.03	38.86
2	216.08	3925	235.5	2.96	40.03	39.40
3	219.04	3925	235.5	2.96	40.03	39.94
4	222	3925	235.5	2.96	40.03	40.48
5	224.96	3925	235.5	2.96	40.03	41.02
6	227.92	3925	235.5	2.96	40.03	41.56
7	230.88	3925	235.5	2.96	40.03	42.10
9	233.84	3925	235.5	2.96	40.03	42.64
10	236.8	3925	235.5	2.96	40.03	43.18
11	239.76	3925	235.5	2.96	40.03	43.72
12	242.72	3925	235.5	2.96	40.03	44.26
13	245.68	3925	235.5	2.96	40.03	44.80
14	248.64	3925	235.5	2.96	40.03	45.34
15	251.6	3925	235.5	2.96	40.03	45.88
16	254.56	3925	235.5	2.96	40.03	46.42
						639.59

Tableau 30 : calcul des asperseurs situé à la distance de 257.52m à 301.92m sur la rampe du pivot:(sixième travée).

N° piquage	Ls(m)	Qp(l/min)	Qp(m3/h)	Le(m)	A(ha)	Qe(l/min)
1	257.52	3925	235.5	2.96	40.03	46.9575
2	260.48	3925	235.5	2.96	40.03	47.50
3	263.44	3925	235.5	2.96	40.03	48.04
4	266.4	3925	235.5	2.96	40.03	48.58
5	269.36	3925	235.5	2.96	40.03	49.12
6	272.32	3925	235.5	2.96	40.03	49.66
7	275.28	3925	235.5	2.96	40.03	50.20
9	278.24	3925	235.5	2.96	40.03	50.74
10	281.2	3925	235.5	2.96	40.03	51.28
11	284.16	3925	235.5	2.96	40.03	51.82
12	287.12	3925	235.5	2.96	40.03	52.35
13	290.08	3925	235.5	2.96	40.03	52.89
14	293.04	3925	235.5	2.96	40.03	53.43
15	296	3925	235.5	2.96	40.03	53.97
16	298.96	3925	235.5	2.96	40.03	54.51
17	301.92	3925	235.5	2.96	40.03	55.05
						816.088

Tableau 31: calcul des asperseurs situés à la distance de 257.52m à 301.92m sur la rampe du pivot:(sixième travée).

N° piquage	Ls(m)	Qp(l/min)	Qp(m ³ /h)	Le(m)	A(ha)	Qe(l/min)
1	304.88	3925	235.5	2.96	40.03	55.59
2	307.84	3925	235.5	2.96	40.03	56.13
3	310.8	3925	235.5	2.96	40.03	56.67
4	313.76	3925	235.5	2.96	40.03	57.21
5	316.72	3925	235.5	2.96	40.03	57.75
6	319.68	3925	235.5	2.96	40.03	58.29
7	322.64	3925	235.5	2.96	40.03	58.83
9	325.6	3925	235.5	2.96	40.03	59.37
10	328.56	3925	235.5	2.96	40.03	59.91
11	331.52	3925	235.5	2.96	40.03	60.45
12	334.48	3925	235.5	2.96	40.03	60.99
13	337.44	3925	235.5	2.96	40.03	61.53
14	340.4	3925	235.5	2.96	40.03	62.07
15	343.36	3925	235.5	2.96	40.03	62.61
16	346.32	3925	235.5	2.96	40.03	63.15
17	349.28	3925	235.5	2.96	40.03	63.69
18	352.24	3925	235.5	2.96	40.03	64.23
19	355.2	3925	235.5	2.96	40.03	64.77
20	357	3925	235.5	1.8	40.03	39.59
						1122.85

VI.1.5 Calcul hydraulique des pivots :

1) Calcul du diamètre du pivot ou de la rampe :

Le diamètre du pivot sera calculé par la formule suivante :

$$D(mm) = \left(\sqrt{\frac{Qp \left(\frac{m^3}{h}\right)}{V \left(\frac{m}{s}\right)}} \right) \times 18.8$$

Tel que

Qp(m³/h) : débit du pivot.

V(m/s) : la vitesse de l'eau dans la conduite. 91

La vitesse de l'eau dans la conduite pour les aciers galvanisés elle est inférieure ou égale à 2m/s.

AN :

$$D = \left(\sqrt{\frac{235.5}{2}} \right) \times 18.8 = 203 \text{ mm}$$

D'après le calcul, on s'aperçoit que le diamètre optimal est de $D=8''$ (203.2mm). On prend donc ce diamètre pour la conduite de pivot.

2) Calcul de la hauteur et de la pression du pivot :

$$P(m) = P_s(\text{asp}) + \text{HMT}$$

Tel que

- $P_s(\text{asp})$: pression des asperseurs (1.4 bar).

-HMT : La hauteur manométrique totale se calcule par la formule suivante :

$$\text{HMT} = H_g + \sum DH$$

Avec :

HMT: hauteur manométrique totale (m).

DH : perte de charge (m).

H_g : hauteur géométrique (m).

3) Calcul de la hauteur géométrique $H_g(m)$:

la hauteur géométrique (m) sera calculée par la formule suivante:

$$H_g = Z_{\text{max}}(m) + H_{\text{pivot}}(m) + H_{\text{dalle}}(m) - Z_{\text{eau}}(m)$$

Avec :

$Z_{\text{max}}(m)$: cote maximale du terrain naturel (187.7m).

$H_{\text{pivot}}(m)$: la hauteur des pivots par rapport au sol (2.9m).

$H_{\text{dalle}}(m)$: la hauteur de la dalle de béton (0.2m).

$Z_{\text{eau}}(m)$: le niveau de l'eau dans le regard (176.15m).

AN :

$$H_g = 187.7 + 2.9 + 0.2 - 176.15 = 14.65 \text{ m}$$

4) Calcul des pertes de charge totales :

a) Pertes de charge linéaires :

Les pertes de charge sont calculées comme suit :

$$\Delta H_l = I * L = \lambda \frac{L V^2}{D 2g}$$

L : longueur du tronçon en (m).

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

ΔH_l : Pertes de charge linéaires en (m) :

I: gradient hydraulique en (m/m)

Le coefficient λ est obtenu par les formules suivantes:

$$\lambda = (1,14 - 0,86Ln \frac{\xi}{D})^{-2} \quad (\text{Formule de Nikuradzé})$$

ξ : Rugosité absolue ; 0,013 mm. (Conduite en acier galvanisé).

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.

$$\Delta H_s = 0,1 * \Delta H_l$$

Tableau 32 : calcul des pertes de charges

conduite	L(m)	D(mm)	ϵ (mm)	λ (mm)	Q(m ³ /s)	DH L(m)	DH s(m)	DH tot(m)
acier galv	357	203.2	0.013	0.011	0.0654	4.088	0.41	4.5
PEHD	1205.77	250	0.01	0.010	0.0654	4.504	0.450	4.95
							DH total	9.45

6) Calcul de la hauteur manométrique totale (HMT) :

$$HMT = H_g + \sum DH$$

AN:

$$HMT = 14.65 + 9.45 = 24.10 \text{ m}$$

Calcul de la pression du pivot:

$$P(m) = P_s(asp) + HMT_P$$

$$= 14 + 24.10 = 38.1m$$

Donc la pression du pivot est de 3.81 bars.

VI.1.6 Caractéristiques techniques des pivots et équipements :

Les composantes des pivots utilisés sont :

- Une tour centrale avec panneau de commande et générateur fixe, conduite d'un diamètre de 203.2 mm (8 pouces) avec des asperseurs de marque (Nelson), soutenue par 07 tours automotrices intermédiaires sur roues, avec 4 travées de 52.6 m de longueur et 3 travées de 46.8 m, hauteur du pivot par rapport au sol 2.9m.
- La longueur de la conduite 357 m (350.8 longueur des travées plus 6.2m de porte à faux).
- Rayon total d'arrosage : 357 m.
- Débit du système : 235.5 m³/h.
- Superficie couverte par le pivot est de : 40 hectares.
- La vitesse d'avancement moyenne : 0.35 m/min

VI.2. Alimentation en eau des pivots :

Notre périmètre est alimenté par 02 forages d'un débit moyen de 33 l/s.

Les pivots sont alimentés en eau à partir du bassin à l'aide d'une station de pompage.

VI.2.1. Réseau d'alimentation en eau des pivots :

Le calcul du diamètre de la conduite principale et des pertes de charges de réseau est présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau 33 : calcul du diamètre et perte de charge de réseau.

N°troucon	long troucon(m)	Q max troucon(m ³ /s)	D(m)	DN (mm)	λ (mm)	DH L(m)	DH tot	V réelle(m/s)	HMT
SP-P1	371.51	0.19623	0.4430	500	0.0092	0.3471	0.3818	0.9999	38.48
P1-P2	1.24	0.19623	0.4430	500	0.0092	0.0012	0.0013	0.9999	38.48
P2-P3	176.37	0.19623	0.4430	500	0.0092	0.1648	0.1812	0.9999	38.66
P3-P4	3.26	0.19623	0.4430	500	0.0092	0.0030	0.0033	0.9999	38.67
P4-P5	941.989	0.1308	0.3617	400	0.0095	1.2383	1.3621	1.0414	40.03
P5-P6	7.3	0.06541	0.2558	250	0.0103	0.0273	0.0300	1.3332	40.06

D'après les calculs ci-dessus, on s'aperçoit que le débit de station de pompage est 706.42 m³/h avec un HMT=40.06m.

VI.3. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement de l'irrigation à la parcelle, d'une culture de blé en zone sub-saharienne : le pivot.

La parcelle de blé choisie irriguée par pivot, s'étend sur une superficie de 40 ha, et sera alimentée par deux forages d'un débit total de 70 l/s.

Le diamètre de la conduite d'arrosage sera en Acier galvanisé 203mm.

L'irrigation de la culture du blé est appréciée dans la wilaya d'El Bayadh, l'introduction de ce système d'irrigation par pivot permet une revalorisation de l'agriculture, une intensification des cultures et une augmentation des rendements.

Conclusion générale

L'irrigation revêt une importance capitale pour le développement de l'agriculture dans la région saharienne. L'extension et l'intensification des cultures dans cette région fait croître sans cesse la demande en eau, malgré les prix de mobilisation de la ressource souvent très coûteuse.

La zone d'El Bayadh est par ailleurs l'une des zones à forte potentialité agricole. Ainsi l'apport d'eau et des fertilisants est indispensable à l'exploitation agricole des sols sableux de notre zone. Néanmoins la particularité physico hydrique et morphologique de ces sols complique la pratique de l'irrigation qui se trouve confrontée principalement à deux difficultés :

- la 1^{er} concerne l'exploitation optimale des eaux des nappes et ces risques de salinisation secondaire des sols.

- la 2^{eme}, correspondant à l'utilisation rationnelle des eaux et des fertilisants par la plante. C'est dans ce contexte que notre travail s'est fait, l'objectif principal est de choisir des caractéristiques d'asperseur à savoir, écartement, diamètre des buses, porté, pluviométrie en conformité avec les conditions naturelles. Un mauvais choix de calcul engendra une perte en eau des importante au niveau du sol (dépassement de la capacité d'absorption du sol donc ruissellement).

Cette eau qui stagne en surface est soumise à une forte évaporation ce qui provoque des dépôts de sel en surface. Ce phénomène bien sur aura un effet direct sur la chute des rendements du blé.

Sur les images satellites (Google Earth) on peut apercevoir des changements de surface irriguée par pivot. L'observation montre bien que les anciennes surfaces cultivées sous pivot sont affectées par une salinisation secondaire.

Cette anarchie et le non-respect des règles d'irrigation et de lessivage risque d'affecter à long terme l'agriculture dans cette zone.

L'irrigation par pivot est une pratique moderne, qui permet l'irrigation de grande surface mais encore faudrait-il savoir l'utiliser. La non maîtrise de ce système engendre des pertes en eau et en énergie considérable d'où le coût élevé en hectare.

Néanmoins le pivot reste avantageux, vis à vis de la main d'œuvre, des débits utilisés, et sur tout de l'uniformité d'arrosage dans le cas d'une bonne plane de busage. Comme toute étude, l'expérimentation reste indispensable, pour confirmer ou infirmer les résultats obtenus.

Références bibliographiques

DW De Boer, RA Kohl - ICID Fifteenth Congress, **1993** Performance characteristics of reduced pressure sprinklers

AH Huber - Atmospheric Environment. Part A. General Topics, **1991 Wind** tunnel and Gaussian plume modeling of building wake dispersion. - Elsevier

MW Bittinger, RA Longenbaugh - **1962** - Theoretical distribution of water from a moving irrigation sprinkler. elibrary.asabe.org

G Ghinassi - Proceedings of the XVIIth World Congress of CIGR, 2010 : Advanced technologies applied to hose reel rain-gun machines: New perspectives towards sustainable sprinkler irrigation- Citeseer

A Aïdoud, É Le Floc'h **2006** - Science et changements Les steppes arides du nord de l'Afrique - researchgate.net

F Bagnouls, H Gaussen - Annales de géographie, 1957 Les climats biologiques et leur classification. - JSTOR

R Amirouche, MT Misset - Cahiers agricultures, 2009 Flore spontanée d'Algérie: différenciation écogéographique des espèces et polyploïdie - revues.cirad.fr

HN Le Houérou - Science et changements planétaires/Sécheresse, **1995** Considérations biogéographiques sur les steppes arides du nord de l'Afrique. - jle.com

Mathieu C., Audoye P., et Chossat J-C. **2007** - Bases techniques de l'irrigation par aspersion édition Lavoisier 451 p.

Rieul L., Ruelle P. de CEMAGREF **2003** - Guide pratique d'irrigation. Cemagref Edition, 3ème édition. 343 p.

ANNEXE :

ANNEXE 1

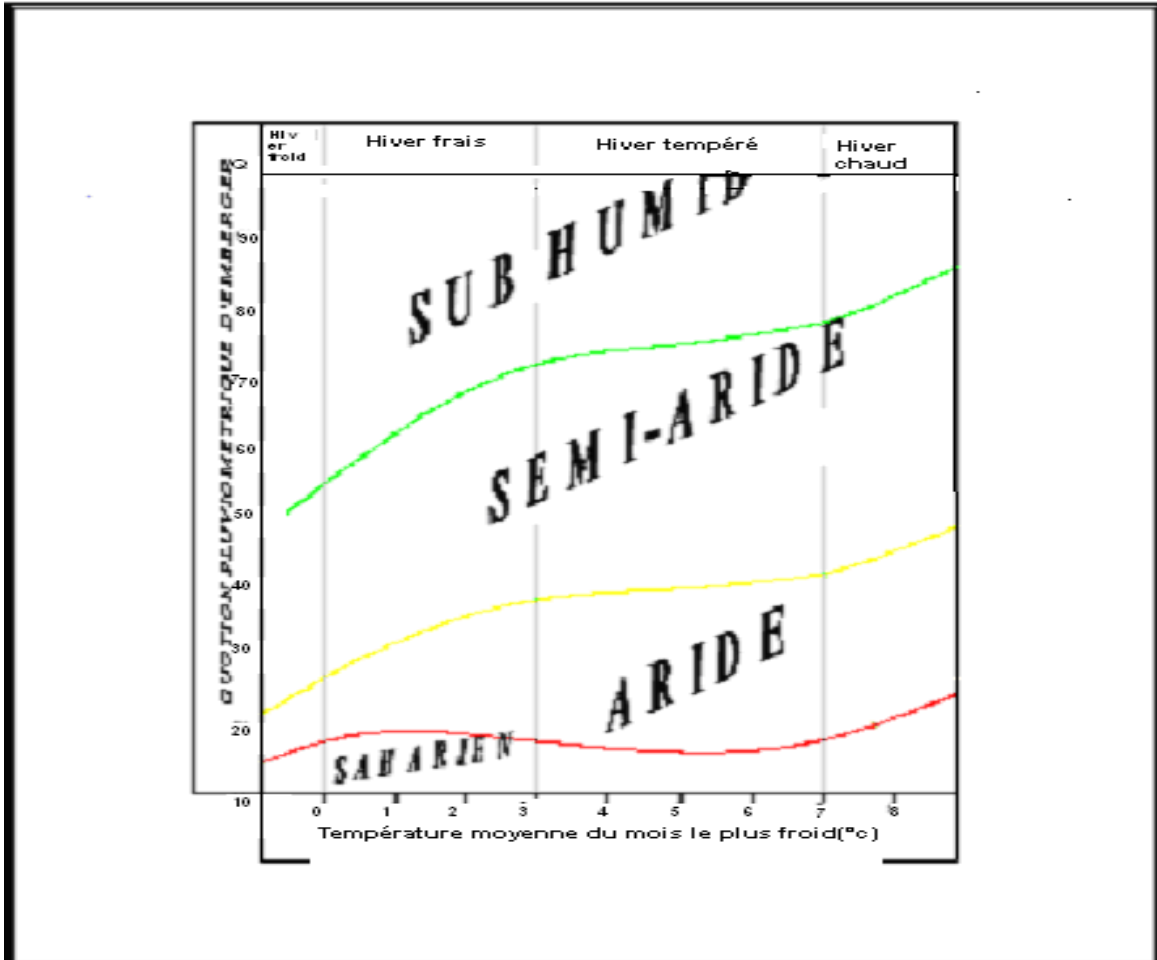


Figure 47 : Diagramme bioclimatique d'Emberger.

ANNEXE 2 :

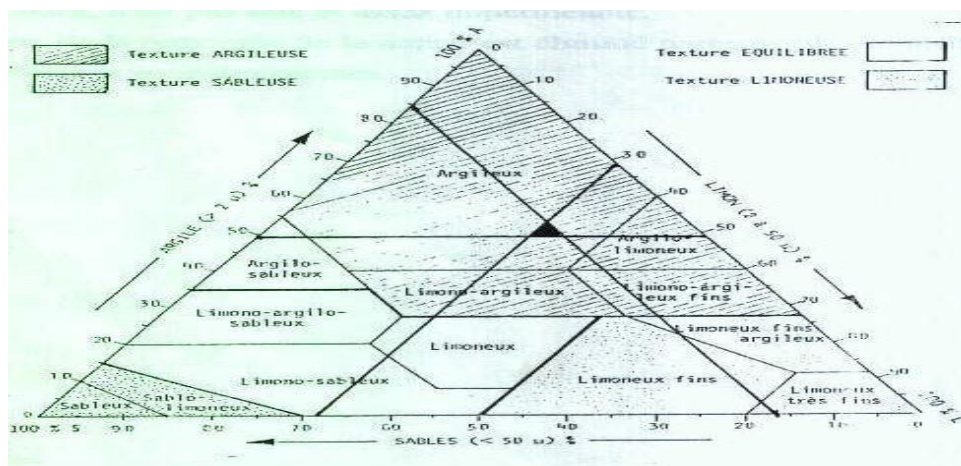


Figure 48 : Triangle de texture.

ANNEXE 3 :

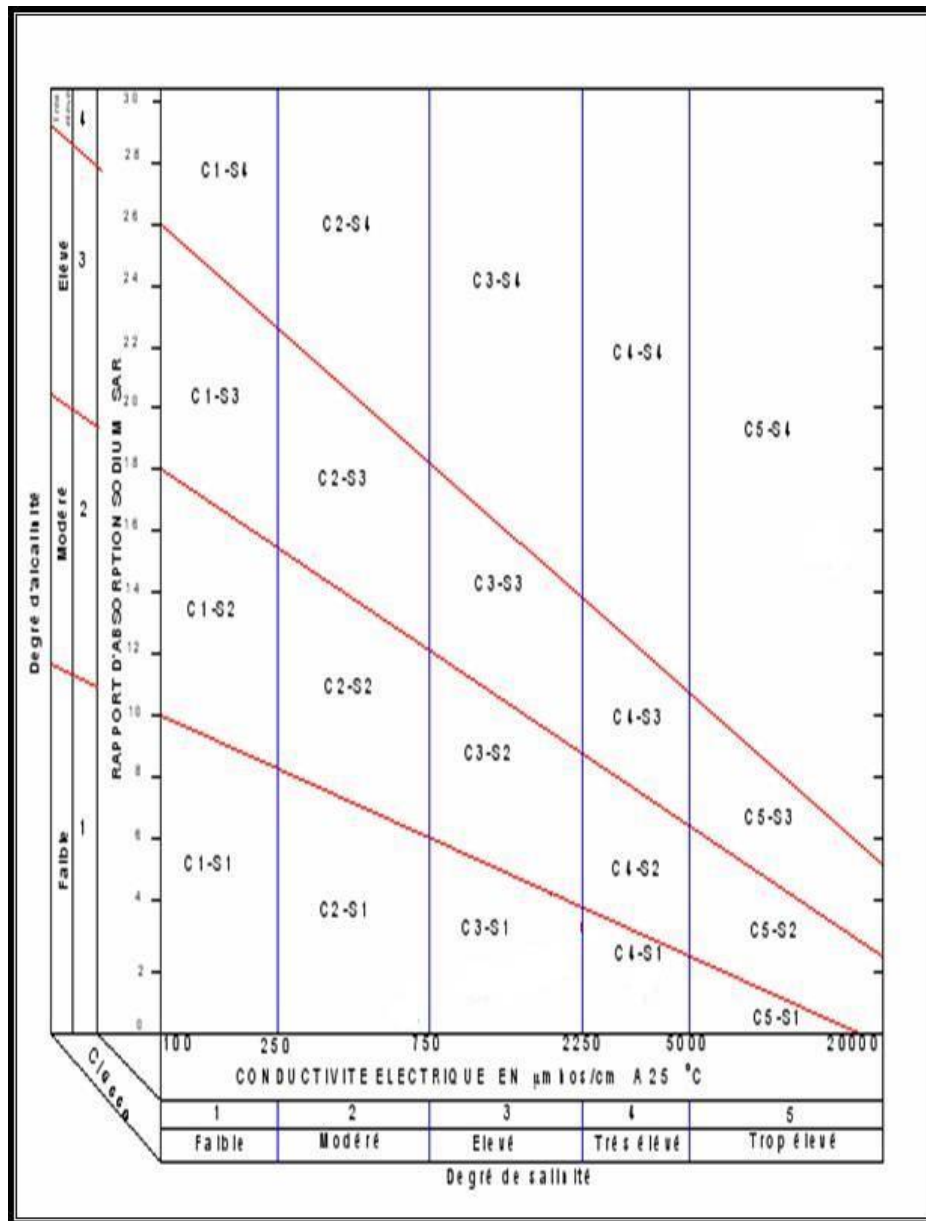


Figure 49 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation.

ANNEXE 4 :

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)

Figure 50 : Caractéristiques hydriques de quelques sols.

ANNEXE 6 :

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

Figure 51 : Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures .

ANNEXE

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

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

Figure 52 : guide d'estimation de P

ANNEXE

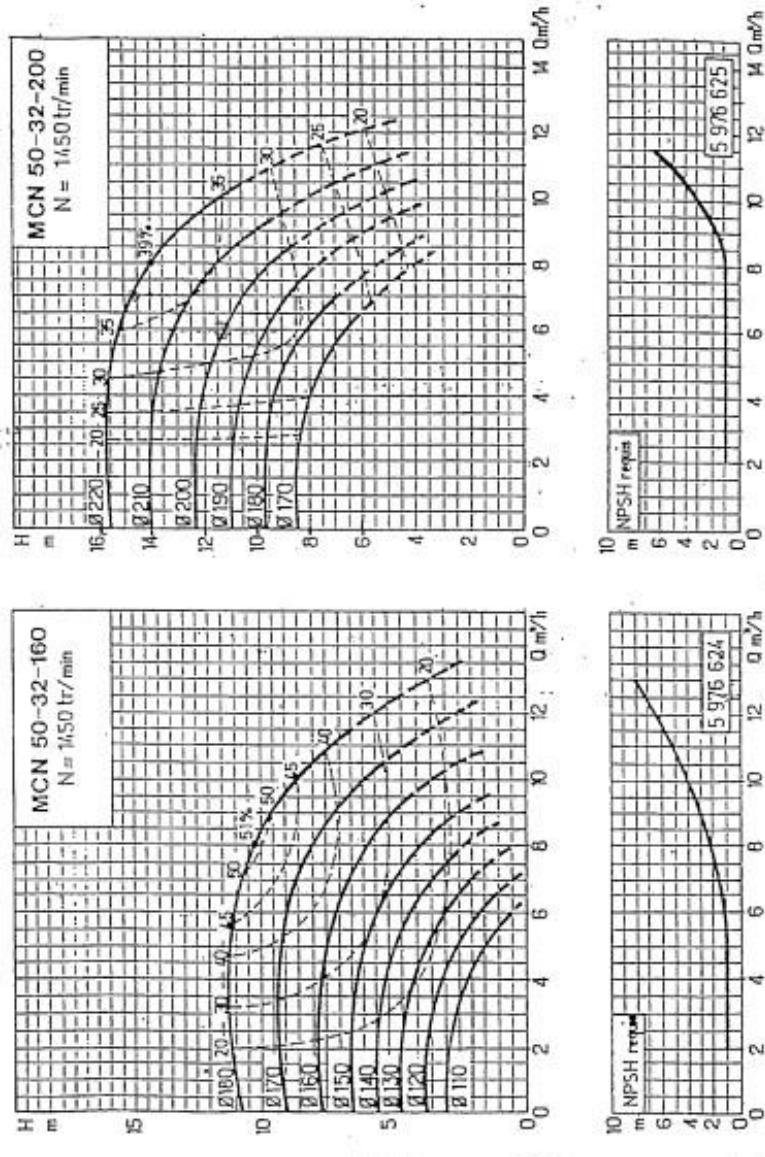


Figure 53 courbe caractéristique de pompe centrifuge

ANNEXE 8 :

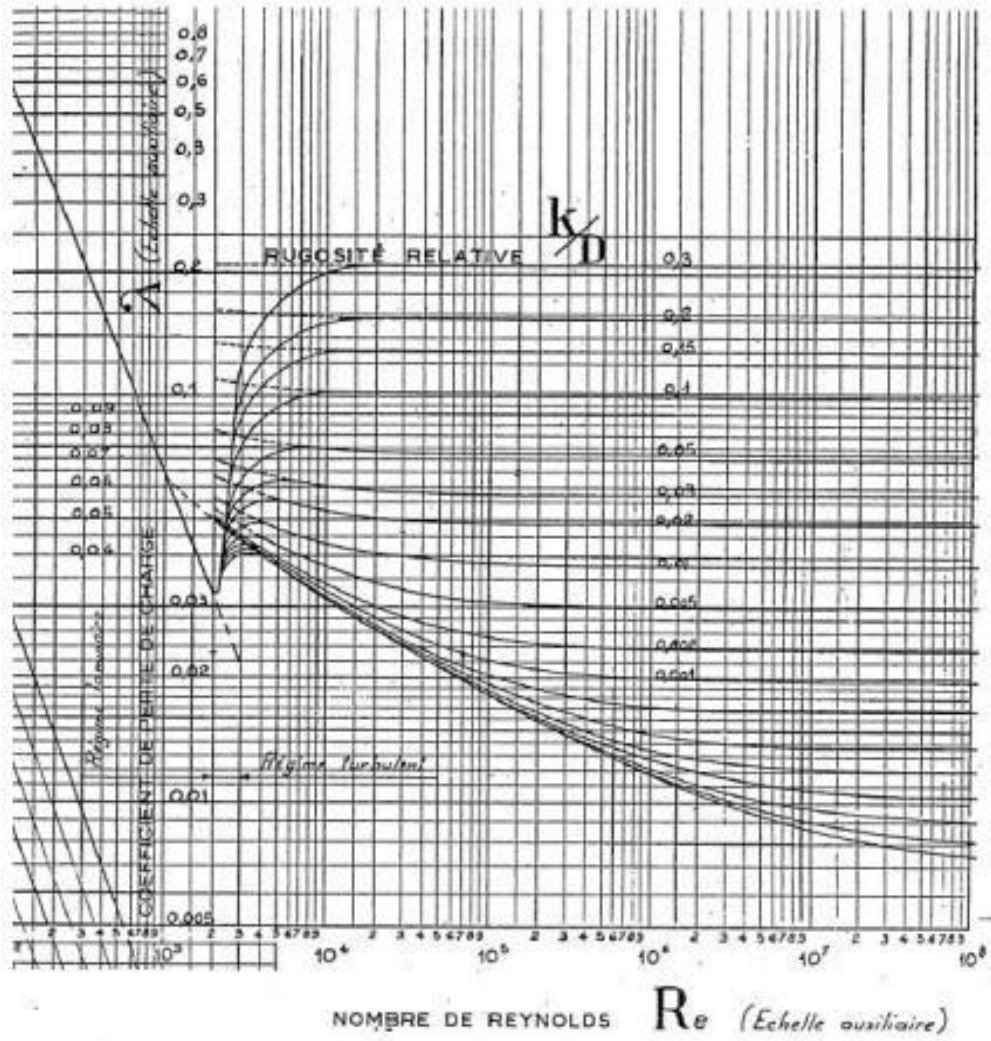


Figure 54 Abaques ce Colebrook