

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

**DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE**

## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

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

**Option: IRRIGATION ET DRAINAGE**

**THEME DU PROJET :**

**Dimensionnement d'un réseau d'irrigation du périmètre  
Seguia Djrida commune d'Ain Orak (w.El Bayadh)**

**PRESENTE PAR :**

**BELAROUCI MOHAMED RAFIK**

**Devant les membres du jury**

<b>Noms et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
M MEDDI MOHAMED	professeur	Président
Mme SAADOUNE SAMRA	M.A.B	Examinatrice
Mme MEDJDOUB SONIA	M.A.A	Examinatrice
M KOLAI DJADER	Assistant	Examineur
Mr YAHIAOUI SAMIR	M.A.A	Promoteur

**Septembre- 2016**

# REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier :

- ✓ D'abord ALLAH de m'avoir donné courage et santé.
- ✓ Mes parents à qui je dois tout et qui m'ont toujours soutenu.
- ✓ Mon promoteur de m'avoir initié durant mon travail.
- ✓ Le président et les membres du jury d'avoir apprécié mon travail.
- ✓ Mes frères, ma sœur, et ma famille.

Je tiens aussi à remercier :

- ✓ M<sub>r</sub> Abd elatif, ingénieur en hydraulique dans le bureau d'étude BENDER.
- ✓ Tous les enseignants qui ont contribué à ma formation le long de mon cursus.
- ✓ Tous mes amis, tous ceux qui m'ont aidé ou tout simplement encouragé.

# Dédicaces

*Je dédie ce  
travail:*

*Avant tout à mes parents, pour leur soutien immense qu'ils n'ont cessé de  
m'apporter ainsi que les conseils qu'ils m'ont prodigué sans les quels j'avoue je  
ne serai pas ce que je suis aujourd'hui.*

*A mon frère : Abd erahim  
A mes Sœurs : Meriem,  
Nassiba*

*Mon promoteur Mer : YAHIAOUI Samir*

*A tous mes amis sans exception et d'une façon spéciale  
à: Rafik, Ayoub, Islem, Tarek, Achraf, Lies, Mido,  
....., tous les étudiants d'Ensh.*

## بسم الله الرحمن الرحيم

### ملخص:

إن مشكلة نقص المياه المخصصة للسقي مسجلة في كثير من مناطق الجزائر وخاصة منها منطقة البيض وهذا راجع إلى نقص الموارد المخصصة لهذه المادة من جهة وعدم الاستغلال الأمثل لهذه الموارد من جهة أخرى، خاصة مع تزايد هذا الاستغلال تماشياً مع النمو الملحوظ في قطاع الفلاحة. من خلال هذا المشروع قمنا بإجراء دراسة مفصلة لشبكة توزيع المياه للأراضي الفلاحية المتواجدة بساقية الجديدة ببلدية عين وراك ولاية البيض وذلك انطلاقاً من 3 آبار عميقة متواجدة بالجوار.

### Résumé:

Le manque d'eau destinée à l'irrigation est un problème très connu en ALGERIE, aussi bien dans la région d'El Bayedh , et cela revient à la non disponibilité des ressources en eau d'une part, et de la mauvaise exploitation de ces ressources d'autre part, surtout avec l'augmentation de cette dernière vise à l'essor agricole remarquable

A travers ce projet nous avons fait une étude détaillée pour la projection d'un réseau d'adduction et de distribution de l'eau pour le périmètre d'irrigation de Seguia Djdidia dans la commune d'Ain Orak wilaya d'El Bayadh à partir des 3 forages avoisinant.

### Abstract:

Lack of water for irrigation is a well-known problem in Algeria, and exceptionally in El Bayadh. This is due to non-availability of water resources on the one hand, and to the undesired exploitation of these resources on the other hand, especially with a high level of water demand.

The aim of this research project is the projection of a water adduction and distribution network to irrigate perimeter of Seguia Djdidia town of Ain Orak city of El Bayadh using the water resource coming from the mobilization of water from 3 drilling.

# SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
----------------------------	---

## CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

INTRODUCTION .....	2
I.SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE : .....	2
I.2L'ETUDE CLIMATOLOGIQUE : .....	3
I.1.1.PLUVIOMETRIE.....	3
A.PLUVIOMETRIE MOYENNE MENSUELLE .....	3
B.REPARTITION ANNUELLE DE LA PLUVIOMETRIE : .....	4
I.1.2.TEMPERATURE .....	4
I.1.3.VENT : .....	5
I.1.4.INSOLATION .....	6
I.1.5.HUMIDITE RELATIVE DE L' AIR : .....	7
I.3INDICE CLIMATIQUE.....	8
I.3.1.INDICE D'ARIDITE DE MARTONNE .....	8
I.3.2.QUOTIENT PLUVIOMETRIQUE D'EMBERGER : .....	9
I.3.3.CLIMMOGRAMME PLUVIOMETRIQUE DE BAGNOULSETGAUSSEN : .....	10
I.4.Conclusion .....	11

## CHAPITRE II : ETUDE HYDROLOGIQUE

II.1.Présentation de la station pluviométrique .....	12
II.2.Vérification de l'homogénéisation de la série pluviométrique .....	15
Test de Wilcoxon.....	15
II.3.Etude statistique des précipitations .....	17
II.3.1.Loi Gauss ou Loi Normale .....	17
Test d'adéquation khi-deux .....	18
II.3.2.Ajustement à loi log-normale .....	19
Test d'adéquation khi-deux .....	19
II.3.3.Détermination d'année de calcul.....	20
II.4Ressources en eau d'irrigation .....	20

## CHAPITRE III : ETUDE PEDOLOGIQUE

III.1.Etude des sols .....	22
III.1.a.Les sols peu évolués non climatiques d'érosion lithiques : Profil 02.....	23
a) Données générales .....	23
b) Description morphologique du profil .....	23
c) Résultats analytiques .....	23
d) Interprétation et valeur agronomique .....	24
III.1.b.Les sols peu évolués non climatiques d'apport alluvial modaux : Profils 1, 3 et 4...	24
a) Données générales .....	25
b) Description morphologique du profil .....	25
c) Résultats analytiques .....	25
d) Interprétation et valeur agronomique .....	26
III.2.Aptitudes des sols en irrigué .....	27
III.3.Occupation du sol.....	28
III.4.Choix des cultures .....	28
III.5.Assolement et rotation choisis.....	29
Conclusion.....	30

## CHAPITRE IV : CALCUL DES BESOINS DES CULTURES

IV.1Evaluation des besoins en eau des plantes cultivées.....	31
IV.1.1.L'évapotranspiration .....	31
IV.1.2.L'évapotranspiration réelle .....	31
a) Les méthodes directes.....	32
b) Les méthodes indirectes.....	32
IV.2.Calcul de la pluie efficace .....	33
IV.3.Calcul de l'évapotranspiration .....	34
IV.4.Le bilan hydrique .....	36
IV.5. Estimation des besoins en eau des cultures :.....	38
IV.6. Calcul de débit spécifique : .....	42
IV.7. Débit caractéristique :.....	43
Conclusion.....	43

## CHAPITRE V : SYSTEMES D'IRRIGATION

INTRODUCTION :	44
V.1.SYSTEMES D'IRRIGATION :	42
A. L'IRRIGATION PAR PLANCHE :	42
B. L'IRRIGATION PAR BASSIN :	43
C. L'IRRIGATION A LA RAIE OU PAR RIGOLE :	43
V.1.2.L'IRRIGATION GOUTTE A GOUTTE.....	43
V.1.3.L'IRRIGATION PAR ASPERSION.....	45
V.1.4.L'IRRIGATION PAR PIVOT : .....	45
V.2.CHOIX DE LA TECHNIQUE D'ARROSAGE :	46
V.3.LE RESEAU D'IRRIGATION :	48
V.3.1.TYPES ET VARIANTES D'ADDUCTION :	48
V.3.2.CHOIX DE LA VARIANTE: .....	48
V.4.RESEAU D'ADDUCTION :	49
V.4.1.DIMENSIONNEMENT DE LA CONDUITE DE REFOULEMENT.....	49
V.4.1.1. Caractéristique de la conduite de refoulement :	49
V.4.1.2. Calcul débit d'équipement :	49
V.4.1.3. Calcul du diamètre :.....	49
V.4.1.4. Calcul de la hauteur manométrique totale :.....	50
V.4.1.5. Pertes de charge linéaires : .....	50
V.4.1.6. Perte de charge singulière :.....	51
V.4.1.7. Pertes de charge totales : .....	51
V.4.1.8. Calcul des frais d'exploitation :.....	51
V.4.1.9. Calcul des frais d'amortissement :.....	52
V.4.1.10.Bilan des couts (Exploitation – Investissement) :	53
V.4.2. DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE POMPAGE.....	54
V.4.2.1. Détermination de la hauteur d'élévation calculée :	54
V.4.2.2. Choix de nombre de pompe :.....	54
V.5. RESEAU DE DISTRIBUTION :	56
V.5.1.CALCUL DES DEBITS DES ILOTS :	56
V.5.2.CHOIX DU TRACE DES BORNES .....	57
V.5.3.CHOIX DU TYPE DE BORNE : .....	57
V.5.4.CALCUL DES DEBITS AUX BORNES :.....	57
V.5.5.CALCUL DES DIAMETRES DES CANALISATIONS.....	59
V.5.6.CALCUL DE PERTE DE CHARGE DANS LES CONDUITES .....	62
V.5.7.CALCUL DE PRESSION AUX BORNES ET NŒUDS : .....	64
V.6.DIMENSIONNEMENT DU RESERVOIR.....	65
Conclusion.....	65

## CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'ASPERSION

VI.1. Détermination du diamètre d'ajutage, le nombre d'asperseurs à utiliser et le nombre de rampes à mettre en place .....	70
VI.2. Nombre de poste d'arrosage : .....	73
VI.3. Nombre de position des rampes : .....	74
VI.4. Nombre d'asperseurs : .....	74
VI.5. La rampe : .....	75
VI.6. La porte rampe : .....	75
VI.7. Perte de charge : .....	76
VI.8. Calcul de pression : .....	77
CONCLUSION : .....	77

## CHAPITRE VII : L'ETUDE ESTIMATIVE DES VOLUMES DES TRAVAUX

VII.1.LES ACTIONS REÇUS PAR LES CONDUITES .....	77
VII.2.EXECUTION DES TRAVAUX .....	77
VII.3.DECAPAGE DE LA COUCHE DE TERRE VEGETALE OU GOUDRON.....	78
VII.4.CALCUL DE LA LARGEUR DE TRANCHEE : .....	78
VII.5.CALCUL DE LA PROFONDEUR DE TRANCHEE .....	78
VII.6.AMENAGEMENT DU LIT DE SABLE .....	79
VII.7.Pose de canalisation.....	79
VII.7.1.Principe de pose des canalisations .....	79
VII.7.2.Pose de canalisation dans un terrain ordinaire.....	79
VII.7.3.Pose de canalisation dans un mauvais terrain : .....	79
VII.7.4.Pose de canalisation en galerie.....	80
VII.8.Accessoires.....	80
VII.8.1.Les robinets vannes.....	80
VII.8.2.Robinet d'arrêt.....	80
VII.8.3.Les vannes papillons.....	80
VII.9.Remblaiement des tranchées.....	80
VII.10.Volume excédentaire.....	80
VII.11.Calcul du volume de terrassements .....	81
VII.11.1.DECAPAGE DE LA COUCHE VEGETALE OU LA COUCHE DU GOUDRON .....	81
VII.11.2.CALCUL DU VOLUME DE DEBLAI.....	81

VII.11.3.CALCUL DU VOLUME DE DEBLAI POUR LE CANAL PRINCIPALE (ADDITION) .....	81
VII.11.4.CALCULE DU VOLUME DE LIT DE SABLE.....	82
VII.11.5.CALCUL DU VOLUME DE REMBLAI : .....	83
VII.12. Devis estimatif pour.....	85
VII.12.1.Devis estimatif pour L'adduction.....	85
VII.12.2.Devis estimatif pour les accessoires :.....	85
VII.12.3.Devis estimatif hors taxe du projet :.....	86
VII.12.4.Devis estimatif Total avec TVA de notre projet : .....	87
CONCLUSION GENERALE.....	88

# LISTE DES TABLEAUX

## CHAPITRE I :

Tableau I.1: Localisation et coordonnées géographiques du périmètre. ....	2
Tableau I.2: Pluviométrie moyenne mensuelle. ....	3
Tableau I.3: les Températures mensuelles (C°).....	4
Tableau I.4: Vitesses moyennes mensuelles des vents (2001à2011).....	5
Tableau I.5: Insolations moyennes mensuelles (2001à2011). ....	6
Tableau I.6: Humidités relatives moyennes mensuelles (2001à2011).....	7
Tableau I.7: Limite des climats d'après l'indice climatique de Martonne. ....	8

## CHAPITRE II :

Tableau II.1: Coordonnées de la station météorologique d'El Bayadh. ....	12
Tableau II.2: Répartition mensuelle et annuelle des pluies ..... 12	12
Tableau II.3: homogénéisation de la série ..... 15	15
Tableau II.4: Test de khi-deux pour la loi normale ..... 17	17
Tableau II.6 : Précipitations mensuelles de l'année de probabilité 80%..... 19	19

## CHAPITRE III :

Tableau III.1: Résultats analytique du profil 2. .... 23	23
Tableau III.2: Résultats analytique du profil 3. .... 25	25
Tableau III.3: Aptitude des sols..... 28	28
Tableau III.4: Surface de chaque culture..... 29	29
Tableau III. 5: Assollement et rotation des cultures ..... 30	30

## CHAPITRE IV :

Tableau VI.1: les pluies efficaces selon la méthode de pourcentage fixe. .... 34	34
Tableau IV.2: Calcule de l'évapotranspiration de référence. .... 35	35
Tableau IV.3 :Le Coefficient cultural (Kc) des différentes cultures. .... 37	37
Tableau IV.4 : Les profondeurs d'enracinements en m des différentes cultures..... 37	37
Tableau IV.5 : Estimation des besoins en eau des blés. .... 38	38
Tableau IV.6 : Estimation des besoins en eau des pommes de terre. .... 38	38
Tableau IV.7 : Estimation des besoins en eau des tomates. .... 39	39
Tableau IV.8 : Estimation des besoins en eau des carottes. .... 39	39
Tableau IV.9: Estimation des besoins en eau des Laitues. .... 40	40
Tableau IV.10 : Estimation des besoins en eau des pastèques. .... 40	40
Tableau IV.11: Estimation des besoins en eau des Haricots. .... 41	41
Tableau IV.12: Estimation des besoins en eau des olives. .... 41	41

Tableau IV.13: Besoins brutes des cultures. ....	42
--------------------------------------------------	----

## **CHAPITRE V :**

Tableau V.1: Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage. ....	50
Tableau V.2: Calcul de la HMT en fonction du diamètre.....	54
Tableau V.3: Calcul de la HMT en fonction du diamètre.....	55
Tableau V.4: calcul des frais d'amortissement en fonction du diamètre.....	56
Tableau V.5: Bilan des frais d'amortissement et d'exploitation.....	56
Tableau V.6: Variation pour le choix du nombre de pompes. ....	58
Tableau V.7: Diamètre de la borne en fonction des débits. ....	60
Tableau V.8: Débit et diamètre des bornes .....	60
Tableau V.9: Seuil des vitesses admissibles en fonction des diamètres. ....	62
Tableau V.10: Diamètres des canalisations et vitesses d'écoulement. ....	63
Tableau V.11: Diamètre intérieur des conduites de chaque tronçon. ....	65
Tableau V.12: La pression aux bornes et nœuds en (m.c.e). ....	66

## **CHAPITRE VI :**

Tableau VI.1: Vitesse d'infiltration pour chaque type de sol. ....	70
Tableau VI.2: Calcul de nombre des postes.....	73
Tableau VI.3: Résultat de calcul théorique d'aspersion. ....	76

## **CHAPITRE VII :**

Tableau VII.1: volume de déblai en fonction des diamètres.....	82
Tableau VII.2: Calcul du volume de sable.....	83
Tableau VII.3: calcul du volume de remblai.....	84
Tableau VII.4: Volumes et coût des travaux total.....	85

# LISTE DES FIGURES

## CHAPITRE I :

FIGURE I-1: SITUATION DE LA COMMUNE D'AIN ORAK DANS LA WILAYA D'EL BAYADH .....	1
Figure I-2: Graphique des pluies en (mm).....	4
Figure I-3: Graphique de la température moyenne mensuelle.....	5
Figure I-4: Graphique de la vitesse moyenne mensuelle du vent.....	6
Figure I-5: Graphique de l'insolation moyenne mensuelle.....	7
Figure I-6: Graphique de l'humidité relative moyenne mensuelle.....	7
Figure I-7: Diagramme bioclimatique d'Emberger.....	10
Figure I-8: Climatogramme pluviométrique de GAUSSEN.....	11

## CHAPITRE II :

Figure II.1: Ajustement de la série pluviométrique suivant la loi normale .....	17
Figure II.2: Ajustement de la série pluviométrique suivant la loi log-normale .....	18

## CHAPITRE V :

Figure 1-I: Schémas explicatif des différents systèmes d'irrigations.....	45
Figure V-2: Irrigation gravitaire par rigole.....	46
Figure V-3: irrigation localisé (goutte à goutte).....	47
Figure V-4: Equipements du système goutte à goutte.....	47
Figure V-5: l'irrigation par aspersion.....	48
Figure V-6: L'irrigation par pivot.....	49

## CHAPITRE VI I :

Figure VII.1 : Pose de conduite dans mauvais terrain.....	80
Figure VII.2 : Pose de canalisation en galerie.....	80

## CONCLUSION GENERALE

L'intérêt de ce projet est immense car l'irrigation va permettre une diversification des cultures en places, un accroissement des rendements surtout pour la céréaliculture.

La région d'étude est dotée d'un climat aride, caractérisé par une sécheresse et une aridité permanente qui dure toute l'année, un manque important d'eau liquide au solde à cause des faibles précipitations, donc l'irrigation est souvent indispensable.

L'aptitude des sols reste bonne pour les cultures céréalières et fourragères ainsi que les cultures maraichères mais moyenne pour les cultures arboricoles. L'installation de brises vent, l'apport des amendements organiques, des fertilisants minéraux et le labour profond constituent les principaux facteurs préconisés pour améliorer les propriétés de sol.

En se basant sur la méthode de Penman-Monteith-FAO, pour estimer l'évaporation potentielle (ETP) et le logiciel CROPWAT 8.0 pour le calcul de la pluie efficace, nous avons pu estimer les besoins en eau d'irrigation pour les cultures de périmètre à irriguer.

Pour la distribution de l'eau dans le périmètre on a proposé une variante plus classique pour projeter notre réseau d'adduction et de distribution. Cette variante consiste en la projection d'une conduite de refoulement à partir des forages pour alimenter le réservoir, puis la distribution se fait gravitairement dans tout le périmètre.

L'étude comparative entre les techniques d'irrigation, nous a montré que le système d'irrigation par aspersion est le plus convenable pour certaines cultures (céréales, carotte, tomate, etc). Ce système permet une meilleure gestion de la ressource en eau et une meilleure conservation du sol.

Un réseau hydraulique classique est proposé, composé de conduites circulaires enterrées de diamètres entre 315 et 160 mm pour la conduite principale et de 75 à 100 mm pour le réseau de distribution. Le matériau de canalisation est le PEHD de PN 16 bars.

En conclusion, le projet défini en rapport à tous les montants et tarifs des équipements hydrauliques et la pose de canalisations sans au préalable la prise en compte des frais de transport et de main d'œuvre. Le total de l'investissement révèle un montant global de : **Cent cinquante cinq millions Huit deux cents soixante cinq mille cinq cents trente un dinars**, qui représente l'ensemble des opérations financières pour sa concrétisation suivant un coût de **621 062 Da/ Ha**.

# ANNEXES

## Annexe 1

**VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL  $K_c$  EN FONCTION DU STADE DE CROISSANCE DE DIFFERENTES CULTURES ANNUELLES**

**Tableau n° 3**

cultures annuelles	POURCENTAGE DE LA PERIODE DE CROISSANCE									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Betterave à sucre	0.45	0.50	0.70	0.90	1.05	1.15	1.25	1.25	1.15	1.10
Coton	0.20	0.30	0.40	0.60	0.90	1.00	1.00	0.90	0.700	0.60
Haricots	0.50	0.65	0.80	1.00	1.10	1.15	1.10	0.95	.80	0.70
Maïs Grains	0.45	0.55	0.65	0.80	1.00	1.05	1.05	1.02	0.95	0.85
Maïs Fourrage	0.45	0.50	0.60	0.70	0.90	1.02	1.10	1.10	1.05	0.95
Maralchage	0.35	0.50	0.65	0.75	0.80	0.82	0.80	0.75	0.65	0.50
Melons	0.45	0.55	0.60	0.70	0.80	0.82	0.80	0.75	0.72	0.70
Pomme de terre	0.35	0.45	0.60	0.85	1.10	1.25	1.35	1.35	1.35	1.25
Sorgho grain	0.30	0.50	0.70	0.50	1.10	1.05	0.95	0.85	0.70	0.60
Tomates	0.45	0.45	0.50	0.65	0.85	1.00	1.02	0.95	0.65	0.75

## Annexe 2

**VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL  $K_c$  POUR LES CULTURES PERENNES**

**Tableau n° 5**

CULTURES PERENNES	MOIS ( Hemisphere Nord )											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Agrumes	0.64	0.66	0.68	0.70	0.71	0.72	0.72	0.73	0.65	0.67	0.66	0.65
Arbres fruitiers à feuilles caduques	0.17	0.25	0.40	0.65	0.68	0.95	0.90	0.80	0.55	0.30	0.30	0.15
Arbres fruitiers avec coussinet	0.65	0.75	0.85	0.95	1.10	1.15	1.10	1.05	0.95	0.90	0.80	0.60
Avocats	0.25	0.40	0.60	0.70	0.77	0.82	0.77	0.75	0.62	0.52	0.42	0.32
Luzerne	0.80	0.75	0.85	1.00	1.10	1.15	1.10	1.05	1.00	0.30	0.80	0.65
Prairies	0.50	0.60	0.75	0.85	0.90	0.92	0.92	0.90	0.85	0.80	0.65	0.55
Noyers	0.10	0.15	0.20	0.45	0.70	0.95	1.00	0.85	0.65	0.65	0.30	0.15
Vigne	0.20	0.25	0.30	0.50	0.70	0.80	0.80	0.75	0.65	0.50	0.35	0.20

### Annexe 3

Caractéristiques hydriques de quelques sols

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

Annexe 4

5. RESERVE D'HUMIDITE FACILEMENT UTILISABLE (RFU)

DONNEES GENERALES SUR LA PROFONDEUR D'ENRACINEMENT DES CULTURES EN PHASE DE PLEIN DEVELOPPEMENT, FRACTION DE L'EAU UTILISABLE (q) ET RESERVE FACILEMENT UTILISABLE (p.Sa) POUR DIFFERENTS TYPES DE SOLS (ou mm/m de profondeur) QUAND ETcult = 5-6 mm/jour

Cultures	Profondeur d'enracinement (d) m	Fraction (q) de l'eau utilisable <sup>1</sup>	Réserve d'eau facilement utilisable (p.Sa) mm/m <sup>2</sup>		
			T.fin	T.moyenne	T.grossière
Luzerne	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Banane	0.5-0.9	0.25	70	50	20
Orge <sup>2</sup>	1.0-1.5	0.55	110	75	35
Haricot <sup>2</sup>	0.5-0.7	0.45	90	65	30
Betterave	0.6-1.0	0.5	100	70	35
Chou	0.4-0.5	0.45	90	65	30
Carotte	0.5-1.0	0.25	70	50	20
Céleri	0.3-0.5	0.2	40	25	10
Agrumes	1.2-1.5	0.5	100	70	30
Trèfle	0.6-0.9	0.25	70	50	20
Cacao		0.2	40	30	15
Coton	1.0-1.7	0.65	130	90	40
Coucoubitre	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Daté	1.5-2.5	0.5	100	70	30
Fruitiers cadu.	1.0-2.0	0.5	100	70	30
Lin <sup>2</sup>	1.0-1.5	0.5	100	70	30
Céréales <sup>2</sup>	0.9-1.7	0.6	120	80	40
Cérif. d'hiver <sup>2</sup>	1.5-2.0	0.6	120	80	40
Vigne	1.0-2.0	0.35	70	50	20
Gazon	0.5-1.5	0.5	100	70	30
Arachide	0.5-1.0	0.4	80	55	25
Laine	0.3-0.5	0.3	60	40	20
Mais <sup>2</sup>	1.0-1.7	0.6	120	80	40
Mais-ensilage		0.5	100	70	30
Melon	1.0-1.5	0.35	70	50	25
Olivier	1.2-1.7	0.65	130	95	45
Oignons	0.3-0.5	0.25	50	35	15
Palmier	0.7-1.1	0.65	130	90	40
Pois	0.6-1.0	0.35	70	50	25
Poisson	0.5-1.0	0.25	30	35	15
Ananas	0.3-0.6	0.5	100	65	30
Pomme de terre	0.4-0.6	0.25	50	30	15
Carthame <sup>2</sup>	1.0-2.0	0.6	120	80	40
Sisal	0.5-1.0	0.8	155	110	50
Sorgho <sup>2</sup>	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Soja	0.6-1.3	0.5	100	75	35
Epinard	0.3-0.5	0.2	40	30	15
Fraisier	0.2-0.3	0.15	30	20	10
Betterave sucr.	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Cane à sucre <sup>2</sup>	1.2-2.0	0.65	130	90	40
Tournesol <sup>2</sup>	0.8-1.5	0.45	90	60	30
Pâtate douce	1.0-1.5	0.65	130	90	40
Tabac - int.	0.5-1.0	0.35	70	50	25
Tabac - land		0.65	130	90	40
Tomate	0.7-1.5	0.4	180	60	25
Légumes	0.3-0.6	0.2	40	30	15
Ble	1.0-1.5	0.55	105	70	35
Ble mûris		0.9	180	130	55
Volume total d'eau du sol disponible (Sa) (mm/m)			200	140	60

<sup>1</sup> Quand ET<sub>cul</sub> < 3 mm/jour, augmenter les valeurs de 30 % ; quand ET<sub>cul</sub> > 8 mm/jour, réduire les valeurs de 30 %. Ceci suppose des conditions non salines (CE < 2.65/m).  
<sup>2</sup> Des valeurs supérieures à celles indiquées ici sont observées durant la maturation.

Sources: Taylor (1965), Stuart et Hagan (1972), Sahar et Goode (1967), Rijssen (1965), etc.

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage N° 24, Tableau 39 (nouvelle version).

Annexe 5



**Caractéristiques de  
l'asperseur circulaire  
PERROT ZF 30**

1 buse  
angle de jet 30°  
Raccord fileté 1"

Ø de la buse mm	pression à la buse bar	portée m	débit m³/h	espacement m		surface irriguée m²		densité d'aspersion mm/h	
				□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.
4,0	2,5	13	0,93	12/18	18/18	216	324	4,3	2,88
	3,0	14,5	1,02	18/18	18/24	324	432	3,16	2,36
	3,5	15,3	1,11	18/18	18/24	324	432	3,42	2,57
	4,0	16	1,19	18/18	18/24	324	432	3,71	2,76
4,2	2,5	13,5	1,04	12/18	18/24	324	432	4,8	2,42
	3,0	15	1,14	18/18	18/24	216	432	3,52	2,64
	3,5	15,8	1,23	18/18	18/24	324	432	3,8	2,85
	4,0	16,5	1,32	18/24	24/24	324	576	3,06	2,3
4,5	2,5	14	1,20	18/18	18/24	432	432	3,71	2,78
	3,0	15,5	1,32	18/18	18/24	324	432	4,07	3,05
	3,5	16,3	1,42	18/18	18/24	324	432	4,38	3,29
	4,0	17	1,52	18/24	24/24	324	576	3,52	2,64
4,8	2,5	14,5	1,38	18/18	18/24	432	432	4,27	3,2
	3,0	16	1,51	18/18	18/24	324	432	4,66	3,5
	3,5	16,5	1,63	18/24	24/24	324	576	3,78	2,82
	4,0	17	1,75	18/24	24/24	432	576	4,05	3,04
5,0	2,5	14,5	1,48	18/18	18/24	432	432	4,57	3,43
	3,0	16,5	1,63	18/18	18/24	432	432	5,04	3,77
	3,5	17	1,76	18/24	24/24	324	576	4,08	3,05
	4,0	17,5	1,88	18/24	24/24	324	576	4,35	3,26
5,5	2,5	15,2	1,82	18/18	18/24	432	432	5,62	4,22
	3,0	17	1,99	18/24	24/24	432	576	4,61	3,45
	3,5	17,5	2,14	18/24	24/24	324	576	4,95	3,71
	4,0	18	2,29	18/24	24/24	432	576	5,31	3,98
6,0	2,5	16,2	2,16	18/24	24/24	432	576	5,00	3,75
	3,0	17,5	2,37	18/24	24/24	432	576	5,50	4,12
	3,5	18	2,56	18/24	24/24	432	576	5,92	4,43
	4,0	18,5	2,74	18/24	24/24	432	576	6,35	4,76
7,0	2,5	17,5	2,96	18/24	24/24	432	576	6,9	5,1
	3,0	18,0	3,22	18/24	24/24	432	576	7,5	5,6
	3,5	18,5	3,48	24/24	24/24	576	576	6,0	6,0
	4,0	19,0	3,73	24/24	24/30	576	720	6,5	6,7

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)

Annexe 6

**UNITE TUBE**

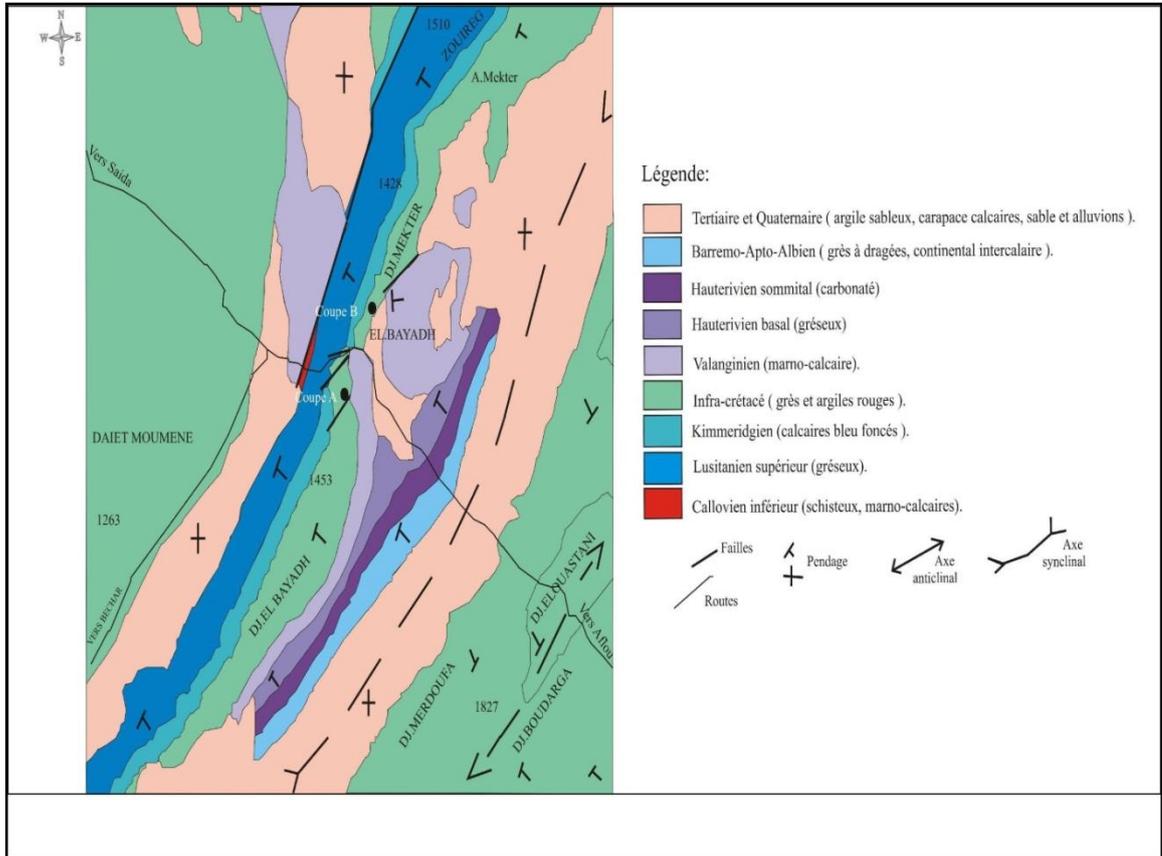
**GAMME DE PRIX**

**TUBES PEHD EAU (PE80 & PE100)**

(Prix Valable à compter du : 01 AVRIL 2019)  
Selon la Norme ISO 4437

TUBES PEHD : PN 06					TUBES PEHD : PN 10				
Ø	Diam. Ext.	EP mm	Prix H.T. DA/ML	Prix TTC DA/ML	Ø	Diam. Ext.	EP mm	Prix H.T. DA/ML	Prix TTC DA/ML
01	Ø20	2.0	32.08	37.66	PE80				
02	Ø25	2.3	36.84	43.22	PE80				
03	Ø32	2.6	46.81	55.38	PE80				
04	Ø40	3.0	58.28	68.94	PE80				
05	Ø50	3.5	73.21	86.66	PE80				
06	Ø63	4.0	90.29	106.55	PE80				
07	Ø75	4.5	110.28	129.94	PE80				
08	Ø90	5.0	134.29	157.95	PE80				
09	Ø110	5.5	163.30	191.96	PE80				
10	Ø125	6.0	197.31	231.97	PE80				
11	Ø150	6.5	247.32	287.98	PE80				
12	Ø160	7.0	272.33	317.99	PE80				
13	Ø180	7.5	322.34	373.00	PE80				
14	Ø200	8.0	372.35	428.01	PE80				
15	Ø250	9.0	472.36	548.02	PE80				
16	Ø315	10.0	572.37	668.03	PE80				
17	Ø400	11.0	672.38	788.04	PE80				
18	Ø500	12.0	772.39	908.05	PE80				
19	Ø630	13.0	872.40	1028.06	PE80				
20	Ø800	14.0	972.41	1148.07	PE80				
21	Ø1000	15.0	1072.42	1268.08	PE80				
22	Ø1250	16.0	1172.43	1388.09	PE80				
23	Ø1500	17.0	1272.44	1508.10	PE80				
24	Ø2000	18.0	1372.45	1628.11	PE80				
25	Ø2500	19.0	1472.46	1748.12	PE80				
26	Ø3000	20.0	1572.47	1868.13	PE80				
27	Ø3500	21.0	1672.48	1988.14	PE80				
28	Ø4000	22.0	1772.49	2108.15	PE80				
29	Ø4500	23.0	1872.50	2228.16	PE80				
30	Ø5000	24.0	1972.51	2348.17	PE80				
31	Ø5500	25.0	2072.52	2468.18	PE80				
32	Ø6000	26.0	2172.53	2588.19	PE80				
33	Ø6500	27.0	2272.54	2708.20	PE80				
34	Ø7000	28.0	2372.55	2828.21	PE80				
35	Ø7500	29.0	2472.56	2948.22	PE80				
36	Ø8000	30.0	2572.57	3068.23	PE80				
37	Ø8500	31.0	2672.58	3188.24	PE80				
38	Ø9000	32.0	2772.59	3308.25	PE80				
39	Ø9500	33.0	2872.60	3428.26	PE80				
40	Ø10000	34.0	2972.61	3548.27	PE80				
41	Ø10500	35.0	3072.62	3668.28	PE80				
42	Ø11000	36.0	3172.63	3788.29	PE80				
43	Ø11500	37.0	3272.64	3908.30	PE80				
44	Ø12000	38.0	3372.65	4028.31	PE80				
45	Ø12500	39.0	3472.66	4148.32	PE80				
46	Ø13000	40.0	3572.67	4268.33	PE80				
47	Ø13500	41.0	3672.68	4388.34	PE80				
48	Ø14000	42.0	3772.69	4508.35	PE80				
49	Ø14500	43.0	3872.70	4628.36	PE80				
50	Ø15000	44.0	3972.71	4748.37	PE80				
51	Ø15500	45.0	4072.72	4868.38	PE80				
52	Ø16000	46.0	4172.73	4988.39	PE80				
53	Ø16500	47.0	4272.74	5108.40	PE80				
54	Ø17000	48.0	4372.75	5228.41	PE80				
55	Ø17500	49.0	4472.76	5348.42	PE80				
56	Ø18000	50.0	4572.77	5468.43	PE80				
57	Ø18500	51.0	4672.78	5588.44	PE80				
58	Ø19000	52.0	4772.79	5708.45	PE80				
59	Ø19500	53.0	4872.80	5828.46	PE80				
60	Ø20000	54.0	4972.81	5948.47	PE80				
61	Ø20500	55.0	5072.82	6068.48	PE80				
62	Ø21000	56.0	5172.83	6188.49	PE80				
63	Ø21500	57.0	5272.84	6308.50	PE80				
64	Ø22000	58.0	5372.85	6428.51	PE80				
65	Ø22500	59.0	5472.86	6548.52	PE80				
66	Ø23000	60.0	5572.87	6668.53	PE80				
67	Ø23500	61.0	5672.88	6788.54	PE80				
68	Ø24000	62.0	5772.89	6908.55	PE80				
69	Ø24500	63.0	5872.90	7028.56	PE80				
70	Ø25000	64.0	5972.91	7148.57	PE80				
71	Ø25500	65.0	6072.92	7268.58	PE80				
72	Ø26000	66.0	6172.93	7388.59	PE80				
73	Ø26500	67.0	6272.94	7508.60	PE80				
74	Ø27000	68.0	6372.95	7628.61	PE80				
75	Ø27500	69.0	6472.96	7748.62	PE80				
76	Ø28000	70.0	6572.97	7868.63	PE80				
77	Ø28500	71.0	6672.98	7988.64	PE80				
78	Ø29000	72.0	6772.99	8108.65	PE80				
79	Ø29500	73.0	6872.00	8228.66	PE80				
80	Ø30000	74.0	6972.01	8348.67	PE80				
81	Ø30500	75.0	7072.02	8468.68	PE80				
82	Ø31000	76.0	7172.03	8588.69	PE80				
83	Ø31500	77.0	7272.04	8708.70	PE80				
84	Ø32000	78.0	7372.05	8828.71	PE80				
85	Ø32500	79.0	7472.06	8948.72	PE80				
86	Ø33000	80.0	7572.07	9068.73	PE80				
87	Ø33500	81.0	7672.08	9188.74	PE80				
88	Ø34000	82.0	7772.09	9308.75	PE80				
89	Ø34500	83.0	7872.10	9428.76	PE80				
90	Ø35000	84.0	7972.11	9548.77	PE80				
91	Ø35500	85.0	8072.12	9668.78	PE80				
92	Ø36000	86.0	8172.13	9788.79	PE80				
93	Ø36500	87.0	8272.14	9908.80	PE80				
94	Ø37000	88.0	8372.15	10028.81	PE80				
95	Ø37500	89.0	8472.16	10148.82	PE80				
96	Ø38000	90.0	8572.17	10268.83	PE80				
97	Ø38500	91.0	8672.18	10388.84	PE80				
98	Ø39000	92.0	8772.19	10508.85	PE80				
99	Ø39500	93.0	8872.20	10628.86	PE80				
100	Ø40000	94.0	8972.21	10748.87	PE80				
101	Ø40500	95.0	9072.22	10868.88	PE80				
102	Ø41000	96.0	9172.23	10988.89	PE80				
103	Ø41500	97.0	9272.24	11108.90	PE80				
104	Ø42000	98.0	9372.25	11228.91	PE80				
105	Ø42500	99.0	9472.26	11348.92	PE80				
106	Ø43000	100.0	9572.27	11468.93	PE80				
107	Ø43500	101.0	9672.28	11588.94	PE80				
108	Ø44000	102.0	9772.29	11708.95	PE80				
109	Ø44500	103.0	9872.30	11828.96	PE80				
110	Ø45000	104.0	9972.31	11948.97	PE80				
111	Ø45500	105.0	10072.32	12068.98	PE80				
112	Ø46000	106.0	10172.33	12188.99	PE80				
113	Ø46500	107.0	10272.34	12308.00	PE80				
114	Ø47000	108.0	10372.35	12428.01	PE80				
115	Ø47500	109.0	10472.36	12548.02	PE80				
116	Ø48000	110.0	10572.37	12668.03	PE80				
117	Ø48500	111.0	10672.38	12788.04	PE80				
118	Ø49000	112.0	10772.39	12908.05	PE80				
119	Ø49500	113.0	10872.40	13028.06	PE80				
120	Ø50000	114.0	10972.41	13148.07	PE80				
121	Ø50500	115.0	11072.42	13268.08	PE80				
122	Ø51000	116.0	11172.43	13388.09	PE80				
123	Ø51500	117.0	11272.44	13508.10	PE80				
124	Ø52000	118.0	11372.45	13628.11	PE80				
125	Ø52500	119.0	11472.46	13748.12	PE80				
126	Ø53000	120.0	11572.47	13868.13	PE80				
127	Ø53500	121.0	11672.48	13988.14	PE80				
128	Ø54000	122.0	11772.49	14108.15	PE80				
129	Ø54500	123.0	11872.50	14228.16	PE80				
130	Ø55000	124.0	11972.51	14348.17	PE80				
131	Ø55500	125.0	12072.52	14468.18	PE80				
132	Ø56000	126.0	12172.53	14588.19	PE80				
133	Ø56500	127.0	12272.54	14708.20	PE80				
134	Ø57000	128.0	12372.55	14828.21	PE80				
135	Ø57500	129.0	12472.56	14948.22	PE80				
136	Ø58000	130.0	12572.57	15068.23	PE80				
137	Ø58500	131.0	12672.58	15188.24	PE80				
138	Ø59000	132.0	12772.59	15308.25	PE80				
139	Ø59500	133.0	12872.60	15428.26	PE80				
140	Ø60000	134.0	12972.61	15548.27	PE80				
141	Ø60500	135.0	13072.62	15668.28	PE80				
142	Ø61000	136.0	13172.63	15788.29	PE80				
143	Ø61500	137.0	13272.64	15908.30	PE80				
144	Ø62000	138.0	13372.65	16028.31	PE80				
145	Ø62500	139.0	13472.66	16148.32	PE80				
146	Ø63000	140.0	13572.67	16268.33	PE80				
147	Ø63500	141.0	13672.68	16388.34	PE80				
148	Ø64000	142.0	13772.69	16508.35	PE80				
149	Ø64500	143.0	13872.70	16628.36	PE80				
150	Ø65000	144.0	13972.71	16748.37	PE80				
151	Ø65500	145.0	14072.72	16868.38	PE80				
152	Ø66000	146.0	14172.73	16988.39	PE80				
153	Ø66500	147.0	14272.74	17108.40	PE80				
154	Ø67000	148.0	14372.75	17228.41	PE80				
155	Ø67500	149.0	14472.76	17348.42	PE80				
156	Ø68000	150.0	14572.77	17468.43	PE80				
157	Ø68500	151.0	14672.78	17588.44	PE80				
158	Ø69000	152.0	14772.79	17708.45	PE80				
159	Ø69500	153.0	14872.80	17828.46	PE80				
160	Ø70000	154.0	14972.81	17948.47	PE80				
161	Ø70500	155.0	15072.82	18068.48	PE80				
162	Ø71000	156.0	15172.83	18188.49	PE80				
163	Ø71500	157.0	15272.84	18308.50	PE80				
164	Ø72000	158.0	15372.85	18428.51	PE80				
165	Ø72500	159.0	15472.86	18548.52	PE80				
166	Ø73000	160.0	15572.87	18668.53	PE80				
167	Ø73500	161.0	15672.88	18788.54	PE80				
168	Ø74000	162.0	15772.89	18908.55	PE80				
169	Ø74500	163.0	15872.90	19028.56	PE80				
170	Ø75000	164.0	15972.91	19148.57	PE80				
171	Ø75500	165.0	16072.92	19268.58	PE80				
172	Ø76000	166.0	16172.93	19388.59	PE80				
173	Ø76500	167.0	16272.94	19508.60	PE80				
174	Ø77000	168.0	16372.95	19628.61	PE80				
175	Ø77500	169.0	16472.96	19748.62	PE80				
176	Ø78000	170.0	16572.97	19868.63	PE80				
177	Ø78500	171.0	16672.98	19988.64	PE80				
178	Ø79000	172.0	16772.99	20108.65	PE80				
179	Ø79500	173.0	16872.00	20228.66	PE80				
180	Ø80000	174.0	16972.01	20348.67	PE80				
181	Ø80500	175.0	17072.02	20468.68	PE80				
182	Ø81000	176.0	17172.03	20588.69	PE80				
183	Ø81500	177.0	17272.04	20708.70	PE80				
184	Ø82000	178.0	17372.05	20828.71	PE80				
185	Ø82500	179.0	17472.06	20948.72					

Figure n°01 : Extrait de la carte géologique d'El Bayadh au 1/200.000 (Cornet, 1952).



## Références Bibliographiques

**ANRH** (Agence Nationale des ressources hydrique) Données pluviométrique, pluviographique. Document interne. Agence Nationale des ressources hydrique. Alger. Algérie.2016 ;

**TOUBIA.B.** Manuel Pratique d'Hydrologie, Office des publications universitaires. 2004.166P ;

**Benkaci A.T. (2013-2014)** Travaux dirigés : Calcule des Paramètres de l'irrigation par asperseur, Document non publié, Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique (ENSH), Blida ;

**Perrier.** Étude physique de l'évapotranspiration dans les conditions naturelles.(1977) ;

**L'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) (2015)** Le Calendrier cultural. En ligne <http://www.fao.org/agriculture/seed/cropcalendar/welcome.do> ;

**René Clément et Alain Galand** L'irrigation par aspersion et réseaux collectif de distribution sous pression, édition, Eyrolles, Paris.1979.147P ;

**HASSANI YACINE** dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre brezina (2014) ;

**CYPE Ingenieros, S.A. (2015)** Générateur de prix de la construction, Algérie. En ligne <http://www.algerie.prix-construction.info> ;

**Messahel M. (1992)** Guide de mémoire de fin d'étude pour les élèves ingénieur en génie rural (irrigation). Document non publié, Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique (ENSH), Blida ;

**Bouziane R. (2014-2015)** Dimensionnement d'un réseau d'irrigation du périmètre d'Ain Bessem d'une superficie de 1500 ha à partir du barrage Lakhel (W. Bouira).

## INTRODUCTION GENERALE

Depuis toujours, l'irrigation est pratiquée dans toutes les zones de culture où la répartition naturelle des pluies n'est pas assez régulière pour assurer une production agricole satisfaisante, c'est pourquoi, l'homme est resté sédentaire dans certaines régions.

En Algérie, l'agriculture irriguée ne peut excéder un total de 173 000 ha relevant des **G.P.I** ( Grands Périmètres Irrigués ) ; Une faible plateforme agricole qui ne peut en aucun cas entraîner un grand développement agricole si les pouvoirs publics ne se penchent pas sur cette stratégie alimentaire dans un vaste pays en procédant à une Mise en valeur des terres agricoles, interdiction de l'utilisation des terres agricoles à l'usage d'habitation, des réformes en ce qui concerne les terres de l'Etat, confiées aux Exploitants agricoles et la création de fermes pilote. En parallèle, l'irrigation serait nécessaire pour couvrir les besoins en eau des cultures. Il existe actuellement plusieurs méthodes d'irrigation pour la desserte en eau. Chaque méthode présente en même temps des avantages et des désavantages, qui doivent être pris en considération lors de la sélection de la méthode qui s'adapte le mieux aux conditions locales.

La région de Segouia Djidida dans la wilaya d'EL Bayedh est une région essentiellement agricole ; les cultures : maraîchères et les céréales représentent les principales ressources agricoles.

C'est surtout la rationalisation de l'agriculture qui a suscité la mise en œuvre d'un programme de développement agricole, qui, comme partout ailleurs en Algérie, reste conditionné par le problème d'eau.

Dans ce but, on va procéder dans notre projet de faire une étude d'aménagement hydro-agricole du périmètre de Segouia Djidida, en se basant sur les facteurs et paramètres conditionnant la mise en valeur en irrigué tels que ; les aptitudes culturales des sols, les conditions climatologiques, le caractère socio-économique de l'aire d'étude et les potentialités hydrauliques de la région.

L'organisation de chantier consiste à déterminer et à coordonner la mise en œuvre pour accomplir dans les meilleures conditions possibles les travaux à exécuter. Ces travaux sont les opérations concourantes à la construction, la réparation, l'entretien ou la démolition d'un édifice (construction, bâtisse) de nature hydraulique ou génie civil.

Les terrassements forment la partie principale d'un grand nombre de travaux notamment la construction des voies de communication, des travaux des ports, en plus l'exécution des ouvrages d'art et des bâtiments.

Actuellement, les tendances principales du développement des machines de construction et de terrassement consistent dans le changement de la transmission hydraulique et l'augmentation de la puissance ou de la capacité des machines. Leur mécanique est de plus en plus complexe.

Avant d'aller sur chantier et commencer la réalisation de travaux, il faut toujours commencer par une étude donnant les meilleurs outils de travail (engins) la stratégie des travaux et leur organisation et cherche constamment la meilleure façon la plus économique d'utilisation des moyens fournis

### **VII.1. Les actions reçus par les conduites**

Les conduites enterrées sont soumises à des actions qui sont les suivantes :

- La pression verticale due au remblai
- La pression résultant des charges roulantes
- La pression résultant des charges permanentes de surface
- La pression hydrostatique extérieure due à la présence éventuelle d'une nappe phréatique
- Le poids propre de l'eau véhiculée
- Le tassement différentiel du terrain
- Les chocs lors de la mise en œuvre
- Action des racines des arbres

### **VII.2. Exécution des travaux**

Les principales étapes à exécuter pour la pose des canalisations sont :

- Vérification, manutention des conduites
- Décapage de la couche du goudron (si elle existe)
- Emplacement des jalons des piquets
- Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards
- Aménagement du lit de pose
- La mise en place des canalisations en tranchée
- Assemblage des tuyaux
- Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints

- Remblai des tranchées

### **Vérification, manutention des canalisations**

Les produits préfabriqués font l'objet sur chantier de vérification portant sur :

- Les quantités ;
- L'aspect et le contrôle de l'intégrité ;
- Le marquage en cas de défaut.

### **VII.3. Décapage de la couche de terre végétale ou goudron**

Avant d'entamer l'excavation des tranchées, on doit tout d'abord commencer par l'opération de décapage des terres végétales sur des faibles profondeurs,

Le volume de la couche à décaper est :

$$V = B.h.L \text{ (m}^3\text{)} \quad \text{Eq 47}$$

Avec :

B : largeur de la couche végétale (m)

h : hauteur de la couche (h=0.1m)

L : longueur totale des tranchées (m)

#### **Excavation des tranchées:**

Selon les caractéristiques du terrain l'excavation sera réalisée mécaniquement la profondeur minimale de la tranchée à excaver atteint 1 m pour :

- Garder la fraîcheur de l'eau pendant les grandes chaleurs.
- Ne pas gêner le travail de la terre (exploitation).
- Protéger la canalisation contre le gel.

L'excavation des tranchées s'effectue par tronçon successive en commençant par les points hauts pour assurer s'il y lieu l'écoulement naturel des eaux d'infiltrations.

Donc l'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

- La profondeur de la tranchée (H) ;
- La longueur de la tranchée (b) ;
- Distance de la cavalière.

### **VII.4. Calcul de la largeur de tranchée :**

La largeur du fond de tranchée est obtenue par la formule :

$$b = (L * 2) + \emptyset \quad \text{Eq 48}$$

Où :

b : Largeur de la tranchée (m);

$\emptyset$  : Diamètre de la conduite (m).

L : la distance entre la conduite et le fruit de talus =0.5m

Avec

H : la profondeur de la tranchée

e : l'épaisseur du lit de sable

## VII.5. Calcul de la profondeur de tranchée

La profondeur de la conduite doit permettre la réalisation correcte des branchements particuliers, empêcher toute intercommunication avec les autres conduites.

La profondeur de la tranchée est :

Donc l'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

- Profondeur de la tranchée « H »
- Largeur de la tranchée « b »

$$H = e + \varnothing + h \quad (\text{m})$$

Avec :

H : profondeur de la tranchée. (m)

e : hauteur de lit de pose. (m)

$\varnothing$  : diamètre de la conduite. (m)

h : la hauteur du remblai au dessus de la conduite.

## VII.6. Aménagement du lit de sable

Le fond de la tranchée est, normalement, arasé avec une couche du sable de 0.50m d'épaisseur.

Si le terrain est instable, des travaux spéciaux se révèlent nécessaires :

Exécution d'un béton de propreté, de berceaux ou même de dalles de répétition.

## VII.7. Pose de canalisation

### VII.7.1. Principe de pose des canalisations

Le principe de pose de la canalisation est pratiquement le même pour toutes les conduites. Par contre le mode de pose varie d'un terrain à l'autre, ceci dans le but de diminuer l'effet des différentes contraintes agissant sur la canalisation.

L'épaisseur du remblai au dessus de la génératrice supérieure de la conduite est variable suivant les régions du fait du gel. En général, elle est de 1 m. Une conduite doit être toujours posée avec une légère pente afin de créer des points bas pour la vidange, et des points hauts pour l'évacuation de l'aire entraîner soit lors du remplissage de la conduite soit pendant le fonctionnement. On adopte en conséquence un tracé en dents de scie avec des pentes de quelques millimètres par mètre et des changements de pente tout les 200 à 400 m.

### VII.7.2. Pose de canalisation dans un terrain ordinaire

La canalisation est posée dans une tranchée ayant une largeur minimale de 60 cm. Le fond de la tranchée est recouvert d'un lit de sable d'une épaisseur de 10 à 15 cm convenablement nivelé. Avant la mise en fouille, on possède à un triage de conduite de façon à écarter celle qui en subies des chocs, des fissures, ..., après cela on pratique la décante en lit soit manuellement soit mécaniquement d'une façon lente. Dans le cas d'un soudage de joints, cette opération doit être faite de préférence en fond de tranchée en calant la canalisation soit avec des butés de terre soit avec des tronçons de madriers en bois disposés dans le sens de la longueur de la tranchée.

Le remblaiement doit être fait par couche de 20 à 30 cm exemple de pierre et bien pilonné et sera par la suite achevé avec des engins.

### VII.7.3. Pose de canalisation dans un mauvais terrain :

Si le terrain est de mauvaise qualité on peut envisager quelques solutions :

- **Cas d'un terrain peu consistant :**

Pour éviter tout mouvement de la canalisation, celle-ci doit être posée sur une semelle, en béton armé. La semelle peut être continue ou non en fonction de la nature du sol.

- **Cas d'un terrain mouillé :**

Il est convenu dans la tranchée un moyen pour le drainage (conduite par exemple) couvert d'un lit de gravier de gros diamètre par la suite un lit en béton sur lequel repose la canalisation.

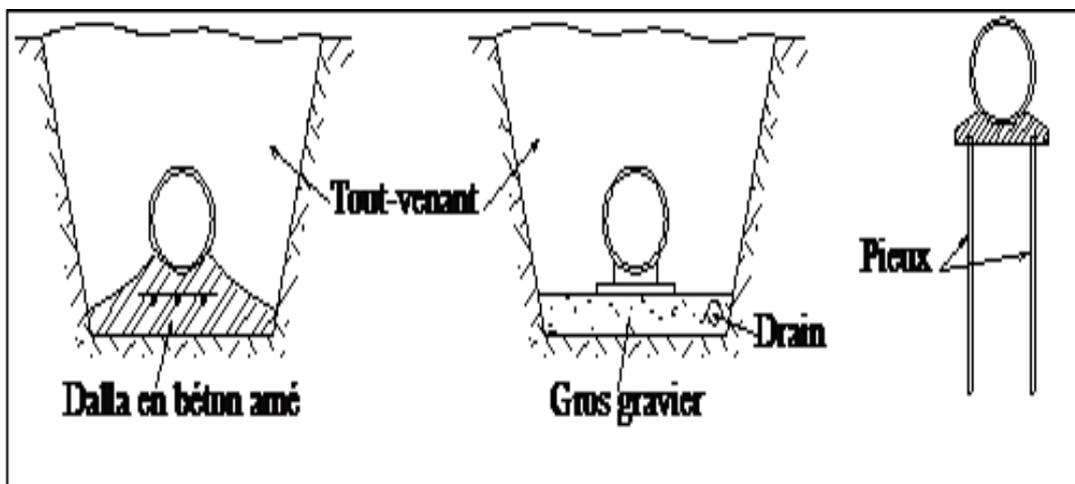


Figure VII.1 : Pose de conduite dans mauvais terrain.

### VII.7.4. Pose de canalisation en galerie

Dans certains cas le tracé de la canalisation peut rencontrer des obstacles qui nous obligent à placer la conduite dans une en galerie.

Les conduites de diamètre important (sauf aqueducs) doivent être placées sur des madriers (bois de chêne) et calées de part et d'autre pour éviter leur mouvement.

Les canalisations de petit diamètre peuvent être placées dans un fourreau de diamètre supérieur et reposant sur des tasseaux en béton. Les robinets vannes sont placés des deux côtés de la route.

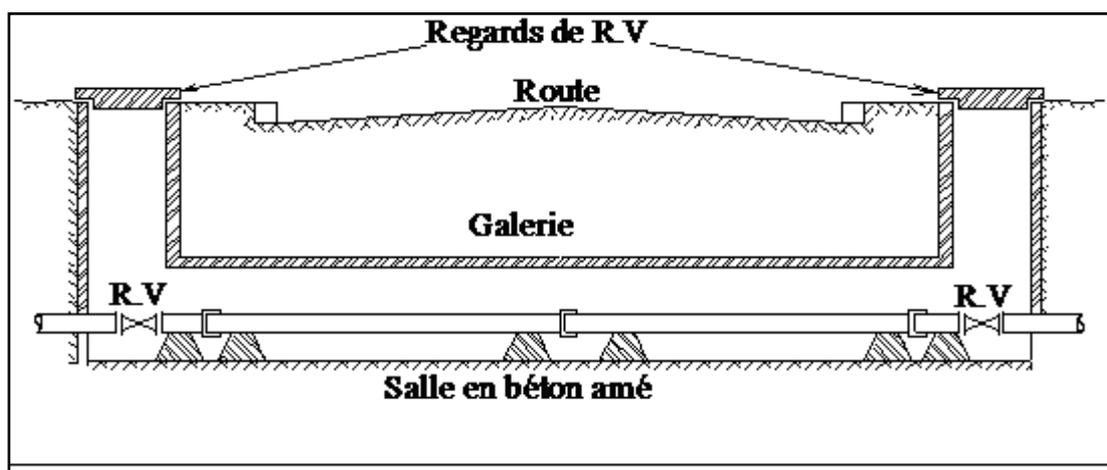


Figure VII.2 : Pose de

canalisation en galerie.

## VII.8. Accessoires

Sur une canalisation, différents organes et accessoires sont installés pour :

- ✓ Assurer un bon écoulement.
- ✓ Régulariser les pressions et mesurer les débits.
- ✓ Protéger les canalisations.

### VII.8.1. Les robinets vannes

Ce sont des appareils de sectionnement utilisés pour le cas de manœuvres lentes pour les gros diamètres. L'obturation est obtenue pour une rotation de 90° de la partie tronconique. Généralement ce robinet vanne est court-circuité pour faciliter l'ouverture si celui-ci trouve entre deux biefs (amont sous pression aval vide)

### VII.8.2. Robinet d'arrêt

Robinet d'arrêt Ou de prise sont utilisés dans le réseau (petite diamètre) au niveau de branchement ( $\varnothing < 100$  mm), sont à quatre tours.

### VII.8.3. Les vannes papillons

Ce sont des vannes à survitesses utilisées surtout au niveau des réservoirs d'eau (sortie de la conduite), c'est une vanne se fermant sous la pression de l'eau, à ne pas utiliser à l'aval d'une conduite. Elle occasionne une faible perte de charge et présente une rangeabilité importante. Pour la régulation ; la manœuvre de l'obturateur est limitée à 60°, car au-delà le gain de débit est faible et le couple de manœuvre augmente rapidement à partir de 60° et présente un maximum vers 80° ; ce qui est préjudiciable à la stabilité de fonctionnement.

## VII.9. Remblaiement des tranchées

Jusqu'à la hauteur du diamètre horizontal pour les tuyaux circulaires, le matériau de remblai doit être poussé sous les flancs de la canalisation.

Au-dessus de l'assise et après les essais, le remblaiement et le damage doivent être poursuivis par couches successives jusqu'à une hauteur de 0.10m, au-dessus de la génératrice supérieure de l'assemblage.

L'exécution de l'assis et de l'enrobage doit être effectuée avec des matériaux purgés des éléments supérieurs à 3mm.

La seconde fraction du remblai peut être effectuée à l'aide d'engins mécaniques étant précisé que cette terre, qui doit être ré pondue par couches successives et légèrement damée, ne doit contenir ni blocs de roche, ni débris végétaux ou animaux.

$$V_r = V_d - [ V_{cdt} + V_{cv} + V_{ls} ] \quad \text{Eq 49}$$

$V_r$  : Volume du remblai en (m<sup>3</sup>).

$V_d$  : Volume du déblai en (m<sup>3</sup>)

$V_{cdt}$  : Volume occupée par la conduite

$V_{cv}$  : Volume de la couche végétale

$V_{ls}$  : Volume du lit de sable

## VII.10. Volume excédentaire

$$V_{exc} = V_f - V_r \quad \text{Eq 50}$$

$V_{exc}$  : Volume du sol excédentaire en (m<sup>3</sup>).

$V_f$ : Volume du sol foisonné en (m<sup>3</sup>).

Avec :  $V_f = V_d \cdot K_f$

$V_d$ : Volume du déblai en (m<sup>3</sup>)

$K_f$ : Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sol pour notre cas on a :  $K_f = 1,24$ .

## VII.11. Calcul du volume de terrassements

### VII.11.1. Décapage de la couche végétale ou la couche du goudron

Le volume de la couche à décapier est :

$$V = B \cdot h \cdot L \quad (\text{m}^3) \quad \text{Eq 51}$$

B : largeur de la couche végétale (m)

h : hauteur de la couche (h=0.1m)

L : longueur totale des tranchées (m)

### VII.11.2. Calcul du volume de déblai

D'après la figure VII.1 la surface à calculer est la surface rectangulaire

$$S = b \cdot H \quad \text{Eq 52}$$

$b = 0.3 \cdot (N-1) + (0.5 \cdot 2) + (\emptyset \cdot N)$       N = nombre de conduite = 1

Donc  $b = 1 + \emptyset$

### VII.11.3. Calcul du volume de déblai pour le canal principale (Adduction)

La surface à calculer est la surface rectangulaire

$$S = B \cdot H$$

$$B = d + (0.5 \div 1.2) \quad \text{Eq 53}$$

Donc :  $B = 1 + \emptyset$

$H = 1 \text{ m}$

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau VII-1

Tableau VII.01: volume de déblai en fonction des diamètres.

Diamètre (mm)	longueur de la conduite (m)	largueur d'une tranchée (m)	Volume de déblai (m <sup>3</sup> )
630	795,1	1,2	954,12
500	105	1,2	126
400	822,7	1,2	987,24
315	403,9	0,9	363,51
250	1941,6	0,9	1747,44
200	1301,2	0,9	1171,08

160	452,7	0,9	407,43
100	294	0,9	264,6
90	160	0,6	96
75	150	0,6	90
		Total	6207,42

Donc le volume total de déblai :  $V_{\text{déblai}}=6207,42 \text{ m}^3$

#### VII.11.4. Calcul du volume de lit de sable

Ce lit correspond a une couche de sable de 10 cm sur le fond de la tranché, donc c'est une surface constante le long de la tranché, on calcul cette surface en utilisant la formule suivante

$$S = e * b * L \quad \text{Eq 54}$$

Tableau VII.0.2: Calcul du volume de sable.

Diamètre (mm)	longueur de la conduite (m)	largueur d'une tranchée (m)	Volume de sable (m <sup>3</sup> )
630	795,1	1,2	95,412
500	105	1,2	12,6
400	822,7	1,2	98,724
315	403,9	0,9	36,351
250	1941,6	0,9	174,744
200	1301,2	0,9	117,108
160	452,7	0,9	40,743
100	294	0,9	26,46
90	160	0,6	9,6
75	150	0,6	9
		Total	620,742

Donc le volume total du lit de sable :  $V_{\text{sable}}=620,742\text{m}^3$

#### VII.11.5. Calcul du volume de remblai

Ce volume est déduit a partir du volume du déblai est le volume qu'occupe la conduite et le volume occuper par lit de sable

$$V_r = V_d - (V_r + V_s) \quad \text{Eq 55}$$

$V_r$  : Volume du remblai compacté (m<sup>3</sup>) ;

$V_d$  : Volume du déblai (m<sup>3</sup>) ;

$V_s$  : Volume du sable

V : Volume occuper par la conduite (m<sup>3</sup>) ;  $V = L * \frac{\pi * \theta^2}{4}$

L : Longueur de la conduite

Ø : Diamètre de la conduite.

Donc les volumes des travaux pour la conduite sont tablés dans le tableau VIII.3.

Tableau VII.3: calcul du volume de remblai.

Diamètre (mm)	longueur de la conduite (m)	largueur d'une tranchée (m)	Volume de déblai (m3)	Volume de sable (m3)	Volume de la conduite(m3)	volume de remblais
630	795,1	1,2	954,12	95,412	247,73	610,98
500	105	1,2	126	12,6	20,61	92,79
400	822,7	1,2	987,24	98,72	103,33	785,18
315	403,9	0,9	363,51	36,351	31,46	295,70
250	1941,6	0,9	1747,44	174,744	95,26	1477,44
200	1301,2	0,9	1171,08	117,108	40,86	1013,11
160	452,7	0,9	407,43	40,743	9,10	357,59
100	294	0,9	264,6	26,46	2,31	235,83
90	160	0,6	96	9,6	1,02	85,38
75	150	0,6	90	9	0,66	80,34

Donc le volume total du remblai :  $V_{\text{ramblai}}=5034,35 \text{ m}^3$

## VII.12. Devis estimatif pour

### VII.12.1. Devis estimatif pour L'adduction

Tableau VII.4: Volumes et coût des travaux total.

N°	Désignation de travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
1	Déblai	m <sup>3</sup>	6207,42	400	2482968
2	Lit de sable (sable)	m <sup>3</sup>	620,742	1200	744890,4
3	Remblai compacté	m <sup>3</sup>	5064,71	300	1519413
4	Conduite (630mm)	ML	795,1	23123	18385097,3
5	Conduite (500mm)	ML	105	14911	1565655
6	Conduite (400mm)	ML	822,7	93200	76675640
7	Conduite (315mm)	ML	403,9	5650	2282035
8	Conduite (250mm)	ML	1941,6	3815	7407204
9	Conduite (200mm)	ML	1301,2	2472	3216566,4
10	Conduite (160mm)	ML	452,7	1660	751482

11	Conduite (100mm)	ML	294	757	222558
12	Conduite (90mm)	ML	160	510	81600
13	conduite (75)	ML	150	407	61050
				<b>Total</b>	115396159

### VII.12.2. Devis estimatif pour les accessoires

On prend le prix des accessoires (les vannes, les raccords unions, bouchons, goutteurs, réduction) = 0,15 du prix total de réseau d'irrigation

$$= 0,15 * 115396159$$

$$= 17309423 \text{ DA}$$

### VII.12.3. Devis estimatif hors taxe du projet

$$D_T = D_{\text{adduction}} + D_{\text{accessoir}}$$

$$= 132705582 \text{ DA}$$

$$D_{\text{hors tax}} = 132705582 \text{ DA}$$

### VII.12.4. Devis estimatif Total avec TVA de notre projet

$$\text{TVA} = 17\%$$

$$\text{TVA} = 17\% \text{DT} = 0,17 * 132705582 = 22559949 \text{ DA}$$

$$\text{Prix TTC} = \text{prix hors taxe} + \text{TVA} = 132705582 + 22559949$$

$$\text{Prix TTC} = 155265531 \text{ DA}$$

### Conclusion :

L'étude estimative des volumes des travaux, nous permet d'établir une estimation du coût total du projet.

La planification des travaux est nécessaire pour une bonne exécution des travaux de réalisation du projet. Alors d'après l'étude de ce projet on est arrivé à déterminer le coût de notre projet. Il se situe à 155 265 531 DA. On peut considérer qu'il est rentable à condition que le périmètre fonctionne correctement et que chaque fellah exploitera le réseau dans le bon sens

L'installation d'un système à mode d'aspersion semi-mobile, composé de canalisations principales, secondaires et tertiaires, souterraines et un matériel de surface (rampes mobiles) sur prise d'eau à la parcelle.

Pour justifier l'efficacité du dimensionnement, l'exemple suivant sur un îlot d'exploitation est pris en compte pour servir d'expérimentation dans la pratique d'une culture maraichère (Tomate) sur une superficie de 9,71 ha.

### VI.1. Détermination du diamètre d'ajutage, le nombre d'asperseurs à utiliser et le nombre de rampes à mettre en place

#### Le diamètre de l'ajutage

La perméabilité du sol  $K = 50$  mm/h.

Tableau 0.1: Vitesse d'infiltration pour chaque type de sol.

Nature de sol	Vitesse d'arrosage mm/h
Sablonneux	50
Limono - sablonneux	25
Limons	15
Argileux	5

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

Le diamètre de la buse se calcul par la relation suivante :

$$p = \frac{1.5 \times d}{0,6} \quad \text{Eq 35}$$

La vitesse du vent de la zone est faible.

$$\text{D'où : } d = \frac{0,6 \times 10}{1.5} = 6.00 \text{ mm}$$

D'après la fiche technique de l'asperseur (voir l'annexe N°), le diamètre de la buse normalisée le plus proche est de 7 mm

#### La portée de jet :

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

$$L = 3 \times d^{0.5} \times h^{0.25} \quad \text{Eq 36}$$

Ou  $d$  : le diamètre de la buse en (mm).

$h$  : la pression à la buse (m).

$$L = 3 \times 7^{0.5} \times 30^{0.25} \Rightarrow L = 18.57 \text{ m.}$$

### **Ecartement entre les rampes et les arroseurs :**

Les normes américaines recommandent l'écartement maximum suivant :

- Les lignes d'arrosages : **1.3 à 1.02 L.**
- Les arroseurs sur la rampe : **0.8 à 0.5 L.**

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

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

Donc on prend des valeurs maximales :

- $E_l = 1.02 \times 18.57 = 18,94 \text{ m}$
- $E_a = 0.5 \times 18,57 = 9,28\text{m}$

Donc on prend :  $E_l = 24 \text{ m}$  et  $E_a = 24 \text{ m}$

### **Débit de l'asperseur :**

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

$$q = 0.95 \times (\pi \times d^2 / 4) \times \sqrt{2 \times g \times h} \quad \text{Eq 37}$$

$$\text{D'où : } q = 0.95 \times (\pi \times (7 \times 10^{-3})^2 / 4) \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 30} \Rightarrow q = 0.00089 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$q = 0.00089 \times 3600 \Rightarrow q = 3.19 \text{ m}^3/\text{h}$$

### **Vérification de la pluviométrie de la buse :**

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

$$P = \frac{q}{E_l \times E_a} \quad \text{Eq 38}$$

$$\text{D'où : } P = \frac{3.19 \times 10^3}{24 \times 24} \Rightarrow P = 5.54 \text{ mm/h.}$$

Donc le diamètre de la buse assurera une pluviométrie  $P \leq k = 10 \text{ mm/h}$ .

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

$$T = \frac{\text{dose}}{P} \quad \text{Eq 39}$$

Tel que :

La dose est la réserve facilement utilisable RFU en (mm).

$$\text{RFU} = 2/3 \times (H_r - H_{pf}) \times h \times da$$

Avec

- $H_r$  : humidité au point de rétention.
- $H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement.
- $h$  : profondeur racinaire.
- $d_a$  : densité apparente.

Pour le sol argilo-limoneux le réserve facilement utilisable  $RFU = 60 \text{ mm/m}$

$$RFU_{\text{Tomate}} = \text{dose} = 56,7 \text{ mm.}$$

$$\text{Donc le temps nécessaire} \quad T = \frac{56,7}{5,54} \Rightarrow T = 10,23 \approx 10 \text{ heur}$$

Donc on pourra adapter 2 positions par jour (**20h /24h**) pour un asperseur, ce qui donne un temps de fonctionnement de **20h**, et le temps restes est pour le déplacement des matériels.

### **Surface de chaque poste :**

La détermination de la surface de poste sur la condition que la pluviométrie de l'aspersion soit inférieure à la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol pour éviter le problème de ruissellement de l'eau sur la surface du sol :

- La surface irriguée par l'aspersion est de 9,7 ha.
- La dose maximale qui peut être appliquée à la culture de (Tomate) est : **D = 56,7 mm.**

### **VI.2. Nombre de poste d'arrosage :**

Le nombre de poste nécessaire pour l'arrosage complet de la parcelle en **8 jours**.

$$\text{Est :} \quad N = 8 \times n$$

Tel que :

$n$  : le nombre de position d'arrosage d'une journée.

$N$  : le nombre de poste d'arrosage.

On fait varier ( $n$ ) par degré croissant et on calcul ( $N$ ).

- La surface théorique du poste :

La surface théorique de chaque position est calculée par :

$$S_{th} = \frac{S}{N} \text{ en (ha)} \quad \text{Eq 40}$$

Ou  $S$  est la surface de la parcelle considérée en hectares.

- La duré d'arrosage d'un poste :

La duré théorique d'un poste est calcul par :

$$T = \frac{t}{n} \text{ en (heurs)} \quad \text{Eq 41}$$

Ou t est la durée maximale journalière d'irrigation, pour notre cas, on prend **t = 20 h**

- La pluviométrie :

La pluviométrie théorique d'arrosage est calculée par :

$$P_{th} = \frac{D}{T} \cdot n \text{ (mm/heure)} \quad \text{Eq 42}$$

Tableau 0.2: Calcul de nombre des postes.

N° de poste/Jour	N° de poste d'arrosage	Surface théorique du poste	La durée d'arrosage d'un poste	pluviométrie
2	16	6061,5	10	5,67

On prend **n = 2** qui donnera une pluviométrie inférieure à **15 mm/h**.

Donc, le nombre de poste nécessaire pour l'arrosage complet est de 32 postes.

Donc, la surface de poste sera :

$$S_p = \frac{S_t}{NP} \quad \text{Eq 43}$$

$$S_p = \frac{97000}{16} = 6061,5 \text{ m}^2 \quad \Rightarrow S_p = (150 \times 40) \text{ m}^2$$

### VI.3. Nombre de position des rampes :

Le nombre de position des rampes est calculée par :

$$N_r = \frac{L}{E_l} = \frac{40}{24} = 1.66$$

On prend  $N_r = 2$  positions.

Avec :

- L : longueur = 40 m.
- $E_l$  : espacement entre les rampes = 24 m.

### VI.4. Nombre d'asperseurs :

$N_{asp} = (\text{Surface à arrosée (m}^2\text{)}) / (\text{implantation} \times \text{nombre de poste})$

$$\text{Implantation} = 24 \times 24 = 576 \text{ m}^2$$

Nombre de poste = 16 poste.

$$N_{\text{asp}} = \frac{97000}{576 \times 16} = 10,52$$

On à 12 asperseurs par poste.

#### VI.5. La rampe :

- La longueur de la rampe :

On prend la longueur de la rampe  $L_r = 150$  m.

- **Nombre d'asperseurs par rampe :**

Le nombre d'asperseur des rampes est calculée par :

$$N_a = \frac{\text{longueur}}{E_a} = \frac{150}{24} = 6 \text{ Asperseur / rampe}$$

#### Le débit de la rampe :

Le débit de la rampe ( $Q_r$ ) = le débit de l'asperseur  $\times$  le nombre d'asperseur/ rampe

$$Q_r = 2.37 \times 6 = 19.14 \text{ m}^3/\text{h}$$

Donc le débit d'installation  $Q_r = 19.14 \text{ m}^3/\text{h} = 5.32 \text{ l/s}$

#### Le diamètre de la rampe :

Le diamètre de la rampe est calculée par :

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_r}{\pi \times V}} \quad \text{Eq 44}$$

Avec :

- $V$  : la vitesse d'écoulement à travers la rampe.

Ou  $V \leq V_{\text{adm}}$  :  $V_{\text{adm}} \in [0.5 \div 2.5]$  m/s.

On prend la vitesse d'écoulement  $V \approx 1,2$  m/s.

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times 5,32 \times 10^{-3}}{\pi \times 1}} = 0.075 \text{ m} \Rightarrow D_r = 75 \text{ mm}$$

Si on prend le diamètre normalisé ( $D_r = 75$  mm), la nouvelle vitesse sera :

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D_r^2} = \frac{4 \times 5,32 \times 10^{-3}}{\pi \times (75 \times 10^{-3})^2} = 1,2 \text{ m/s.}$$

#### VI.6. La porte rampe :

- La longueur de la porte rampe :

La longueur de la conduite calculée par :

$$L_r = L - E_l / 2 \Rightarrow L_r = 306 - 24 / 2 = 294 \text{ m.}$$

- Débit de la porte rampe :

$$Q_{\text{porterampe}} = Q_{\text{asp}} \times N_{\text{asp / rampe}} \times N_{\text{rampe}}$$
$$Q_{\text{porterampe}} = 0,82 \times 6 \times 2 \Rightarrow Q_{\text{porte rampe}} = 9,84 \text{ l/s}$$

### Dimensionnement de la conduite :

On a  $V \leq V_{adm}$  avec  $V_{adm} \in [0.5 : 2.5]$  m/s

On suppose que  $V = 1,5$  m/s et on calcul ( $D_r$ )

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}} = \sqrt{\frac{4 \times 9,84 \times 10^{-3}}{\pi \times 1,5}} = 0.091 \text{ mm.}$$

Donc on prend  $D_r = 100$  mm et la nouvelle vitesse  $V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D_r}$

$$V = \frac{4 \times 9,84 \times 10^{-3}}{\pi \times 0.1^2} = 1.3 \text{ m/s}$$

### VI.7. Perte de charge :

L'expression générale des pertes de charges linéaire dans les tubes est calculée généralement par une formule de type Manning :

$$j = \alpha \frac{Q^\beta}{D^\delta} \quad \text{Eq 45}$$

Avec :

- $j$  : perte de charge unitaire en m/m.
- $Q$  : débit en m<sup>3</sup>/s.
- $D$  : diamètre de la canalisation en m.

La formule de Manning correspond aux paramètres suivants :

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

Et la perte de charge totale sera :

$$J = j \times L$$

Ou :

- $L$  : la longueur de la conduite (m).
- $j$  : perte de charge unitaire m/m.

La détermination des pertes de charges pour les différents tronçons on a dans une canalisation assurant un service d'extrémité :

$$j = 0.452 \times 10^{-3} \times D^{-4.76} \times Q^{1.75} \quad \text{Eq 46}$$

Et la perte de charge totale sera :

$$J = j \times L$$

Ou :

- $L$  : la longueur de la conduite (m).
- $j$  : perte de charge unitaire (m/m)

Tableau 0.3: Résultat de calcul théorique d'aspersion.

Paramètre	Canalisation d'approche	Rampe	Porte rampe
Longueur (m)	104,1	150	294
Diamètre (mm)	160	75	100
Débit (l/s)	13,82	5,32	9,84
Vitesse (m/s)	0,68	1,2	1,3
Perte de charge (m/m)	$1,55 \cdot 10^{-3}$	$0,0011 \cdot 10^{-3}$	$7,99 \cdot 10^{-3}$
Perte de charge totale (m)	0,161	$1,65 \cdot 10^{-4}$	2,349

Donc

$$J_{\text{tot}} = 0,161 + 1,65 \cdot 10^{-4} + 2,349 \quad \Rightarrow \quad J_{\text{tot}} = \mathbf{2.510 \text{ m}}$$

#### VI.8. Calcul de pression :

C'est la pression nécessaire pour le bon fonctionnement du dernier asperseur.

$$P_{\text{asp}} = P_{\text{borne}} - \Delta H$$

Avec :

- $P_{\text{asp}}$  : pression disponible au niveau du dernier asperseur.
- $P_{\text{borne}}$  : la pression au niveau de la borne.
- $\Delta H$  : perte de la charge totale.

$$P_{\text{asp}} = 39,643 - 2,510 = 37.13 \text{ m.c.e}$$

H : la pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (**2 b ars**).

$$P_{\text{asp}} = 37.13 \text{ m.c.e} > H = 20 \text{ m.c.e}$$

Donc

La pression disponible est supérieure à la pression de service c.à.d. l'alimentation est assurée par écoulement gravitaire.

#### CONCLUSION :

Ce chapitre a été consacré au dimensionnement du réseau d'irrigation, depuis la borne qui dessert l'ilot choisi jusqu'aux distributeurs.

D'après les calculs notre réseau sera équipé de 16 poste d'arrosage, chaque poste contient 12 asperseurs, la porte rampe sera en PEHD avec un diamètre de 100 mm, et les rampes avec un diamètre de 75 mm.

## **Introduction**

Le manque d'eau et l'accroissement constant des besoins en eau en agriculture, conjugués aux conflits d'usage avec les autres secteurs, tels que l'industrie et la consommation en eau potable, nous amènent à constamment réfléchir sur les économies d'eau et d'énergie. Ceci passera forcément par une gestion efficace de l'irrigation ainsi que par la maîtrise de l'utilisation et le choix des systèmes d'irrigation.

Les techniques d'irrigation agricoles sont des méthodes pour apporter de l'eau aux cultures et sont classifiées en irrigation de surface, irrigation par aspersion et micro-irrigation. Décider de sélectionner une technique d'irrigation ou de passer à une technique plus efficiente est compliqué. D'un point de vue de la préservation de l'eau, le choix est simple, les économies en eaux augmentent lorsque l'on passe de l'irrigation de surface à l'aspersion et de l'aspersion à la micro-irrigation. Cependant, le succès d'une technique d'irrigation sera très dépendant du site, de facteurs de situation ainsi que du niveau de gestion utilisé. La technique d'irrigation existante doit être évaluée très précisément avant de passer à une autre technique.

Ce chapitre représente des illustrations et schémas que nous avons mis en évidence pour montrer les avantages et les inconvénients de chacune de ses techniques.

Ainsi nous avons fait le dimensionnement de tout le réseau d'irrigation depuis les forages jusqu'aux borne qui desservent les ilots, et à la fin on a choisi une parcelle puis on a dimensionné le réseau de distribution par aspersion.

## V.1. Système d'irrigation :

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

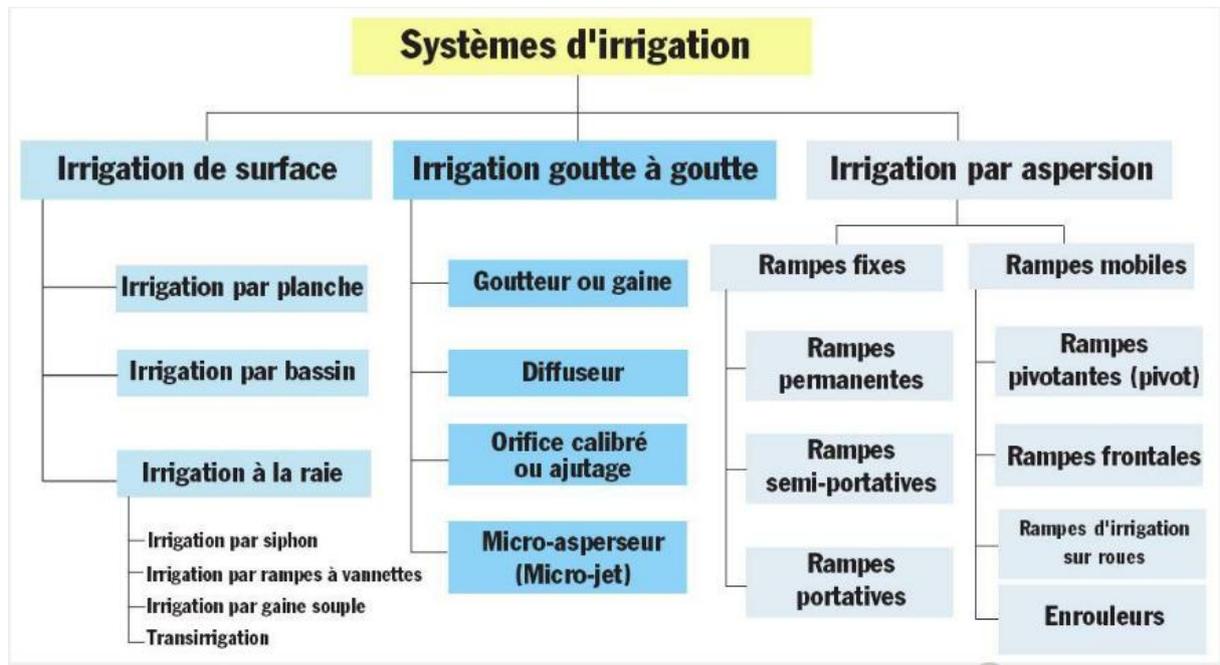


Figure 1-I: Schémas explicatif des différents systèmes d'irrigations.

### V.1.1. L'irrigation gravitaire

#### a. L'irrigation par planche :

Consiste à faire couler une mince couche d'eau sur un sol incliné de 0,2 à 3%. Le débit à déverser est fonction de la pente, de la largeur et de la longueur de la planche. Cette méthode est de loin la plus difficile car il faut ajuster le débit d'irrigation de chaque planche avec toutes les autres variables. Une des formules pratiques est celle de Crevat qui consiste à déterminer la longueur de la planche qui dépend de l'infiltration du sol, ce qui correspondrait au temps de ruissellement. Autrement dit, l'aiguadier ouvre la vanne et attend que l'eau arrive au bas de la planche, et à ce moment là il ferme la vanne d'arrivée.

### **b. L'irrigation par bassin**

C'est la technique la plus connue dans l'irrigation gravitaire. Sa pratique sur un sol nivelé (pente 0,1 à 1%) ainsi que la simplicité de l'opération, qui consiste à remplir le bassin, font que cette technique est fréquemment utilisée. La taille des bassins est de 40 à 50 m<sup>2</sup> et cette technique est connue sous le nom "Robta". Cette dernière occasionne une perte importante de superficie, due au nombre important de cloisonnements.

### **c. L'irrigation à la raie ou par rigole**

Convient parfaitement aux sols présentant une pente comprise entre 0,2 et 3%. Les sillons sont séparés d'une distance variant entre 0,6 et 1,25 m, selon le type de sol et la culture. Suivant le débit dont on dispose, on peut irriguer un ou plusieurs sillons à la fois. Les raies peuvent être parallèles ou perpendiculaires à la rigole permanente d'amenée d'eau. D'une manière générale, l'irrigation est réalisée suivant un débit unique ou suivant une succession de deux débits différents, un premier débit important qui est appelé débit d'attaque et un deuxième débit plus faible qui est appelé débit d'entretien. L'irrigation à la raie se prête mieux à la mécanisation par siphon, par rampe à vannettes, par gaine souple ou par transirrigation.



Figure 1-2: Irrigation gravitaire par rigole.

### **V.1.2. L'irrigation goutte à goutte**

Dans l'irrigation goutte à goutte, l'eau est livrée à la plante à faible dose entraînant ainsi l'humidification d'une fraction du sol. Ceci permet de limiter les pertes par évaporation et percolation. Elle permet aussi de réduire le développement des mauvaises herbes. Elle met également en œuvre des équipements fixes et légers. Dans la plupart des cas, elle exige une automatisation à travers des contrôleurs associés à des vannes volumétriques et/ou hydrauliques et des électrovannes.



Figure 1-3: irrigation localisé (goutte à goutte).

### Equipements du système goutte à goutte

L'installation est composée d'une source d'eau, d'une station de pompage, d'une unité de tête, des canalisations principales et secondaires, de porte rampes et rampes, et enfin de distributeurs.

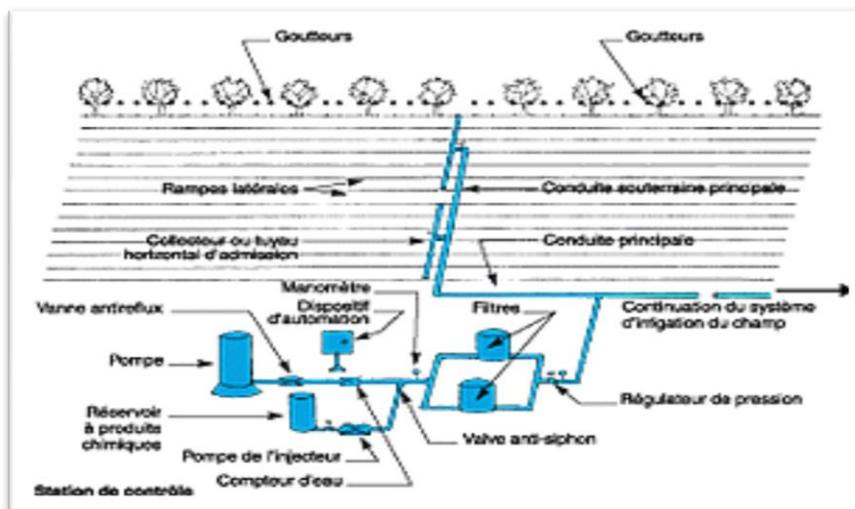


Figure 1-4: Equipements du système goutte à goutte.

### V.1.3. L'irrigation par aspersion

L'irrigation par aspersion est recommandée dans les cas suivants:

- ✓ sols de faible profondeur, ne pouvant être correctement nivelés pour une irrigation de surface, tout en conservant une profondeur suffisante;
- ✓ sols trop perméables, qui ne permettent pas une répartition uniforme de l'eau dans le cadre d'une irrigation avec ruissellement en surface;
- ✓ terrains à pente irrégulière avec micro-relief accidenté, ne permettant pas l'établissement d'une desserte gravitaire à surface libre.

Par contre, elle est à écarter dans les régions très régulièrement ventées (les vents supérieurs à 4 ou 5 m/s dégradent considérablement l'homogénéité de l'arrosage) et aussi lorsque l'irrigation se fait avec l'eau salée sur des plantes au feuillage sensible au sel.

La considération des facteurs suivants est nécessaire à la conduite d'un projet de dimensionnement de tout système d'irrigation sous pression:

- a) la dimension et la forme de la surface à irriguer, sa topographie et le type du sol;
- b) les sources d'eau disponibles ou potentielles et leurs caractéristiques ;
- c) Les conditions climatiques dans la région, l'accessibilité à la parcelle et la culture à irriguer.



Figure 1-5: l'irrigation par aspersion.

### V.1.4. L'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.

Cette technique présente comme avantages :

- Permet de reproduire au mieux la pluie.
- Adaptée au terrain en relief accidenté (en pente ou vallonné).
- Evite tout ruissellement et dégradation du sol.
- Permet de lutter très efficacement contre le gel.
- Assure une répartition homogène de l'eau d'irrigation.
- Assure une meilleure oxygénation de l'eau d'irrigation.
- L'irrigation par pivot a comme inconvénients :
- Répartition défectueuse de l'eau par grand vent.
- Risque d'accident mécanique.
- Dépense d'énergie.
- Difficulté d'arroser l'angle en parcelles rectangulaire.
- Frais d'établissement élevé.



Figure V-6: L'irrigation par pivot.

## V.2. Choix de la technique d'arrosage :

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable , il est nécessaire de savoir les contraintes de chaque type d'arrosage , le tableau ci-dessous illustre les contraintes de chaque technique d'arrosage.

Tableau 2.1: Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage.

Contraintes	Irrigation de surface		Irrigation par Aspersion	Irrigation localisée
	Par Rigole	Par Planche		
Contraintes naturelle	+	+	++	++
Evaporation	+++	+++	++	+++
▪ Vent	++	++	++	+++
▪ Texture (limono-argileuse)	++	++	+++	++
Perméabilité (moy)				
▪ Pente (<0.5%)	+++	+++	+++	+++
▪ Qualité d'eau d'irrigation (bonne)	+++	+++	+++	+++
Contraintes agronomique				
Maraîchage				
céréales	+++	++	++	+++
arbres	x	x	+++	x
	+++	+	x	+++
C. technique				
Personnel qualifié	+++	+++	+++	+++
économie d'eau	x	x	++	+++

**Remarque :**

- x: Déconseillé.
- +: Adapté avec réserve.
- ++: Adapté.
- +++: Très Adapté.

### V.3. Le réseau d'irrigation :

L'ensemble des conduites et des équipements et des ouvrages assurant l'acheminement de l'eau de la source jusqu'aux cultures est constitué essentiellement de deux phases :

- Le réseau d'adduction
- Le réseau de distribution

Le but consiste à rechercher des différentes possibilités du tracé du système d'adduction et de distribution de l'eau pour notre périmètre d'irrigation. Alors il se pose en terme de :

- Projection d'un réseau d'irrigation assurant la distribution d'eau sous pression aux différents îlots par l'intermédiaire de bornes d'irrigation.
- Réalisation d'une conduite d'adduction reliant le forage et le périmètre.

Avant de procéder aux calculs hydrauliques, il faudrait connaître :

- ❖ Les conditions hydrauliques de la desserte caractérisée par le débit délivrée à chaque prise d'irrigation et la pression minimale garantie.
- ❖ Les conditions d'accès à la prise d'irrigation, spécifiant l'implantation des différentes prises d'irrigation et leur regroupement sur les bornes du réseau.

#### V.3.1. Types et variantes d'adduction :

D'après leur fonctionnement, on distingue trois variantes d'adduction :

##### ➤ **Adduction gravitaire (N1):**

Dans une adduction gravitaire, le point de captage se situe à une altitude supérieure à celle du périmètre de desserte et l'écoulement peut être à surface libre, c'est-à-dire sans pression, grâce à la pente, ordinairement uniforme sur tout le parcours ou en charge, c'est-à-dire sous pression c'est à dire l'écoulement se fait seulement à l'action de la pesanteur.

##### ➤ **Adduction par refoulement (N2) :**

Dans une adduction par refoulement, le point à alimenté se trouve à une altitude supérieure à celle du captage donc l'écoulement est en charge par pompage.

##### ➤ **Adduction mixte (N3) :**

C'est une adduction où la conduite par refoulement se transforme en conduite gravitaire ou l'inverse. Le relais entre les deux types de conduite est assuré par un réservoir appelé réservoir tampon.

#### V.3.2. Choix de la variante:

Pour notre étude on adapte mieux la variante n°2 car on a un captage d'eau depuis les forages pour alimenté le réservoir (par l'intermédiaire de la station de pompage) après on aura une desserte gravitaire.

#### V.4. Réseau d'adduction :

Pour satisfaire nos besoins en irrigation on a choisi 3 forages existants qui assurent un débit de 50 l/s chacun, donc on aura un débit de 150 l/s.

Les 3 forages pompent de l'eau vers la station de pompage qui va être refoulée après vers le réservoir et distribuée dans le réseau projeté.

##### V.4.1. Dimensionnement de la conduite de refoulement

###### V.4.1.1. Caractéristique de la conduite de refoulement :

Notre étude consiste à déterminer le diamètre économique à partir de la station de pompage vers le réservoir d'irrigation.

La détermination du diamètre économique est basée sur l'étude technico-économique.

- Pour le calcul le diamètre économique de la conduite de refoulement, il faut calculer :
  - Le débit d'équipement.
  - Le diamètre avec la formule de Bonin comme première approximation.

###### V.4.1.2. Calcul débit d'équipement :

$$Q_{eq} = \alpha \times Q_{car} \quad \text{Eq 18}$$

Avec :  $\alpha$  : Coefficient de correction ;  $\alpha = [1,04 \text{ à } 1,08]$ .

$$Q_{eq} = 1,08 \times 0,150 = 0,162 \text{ m}^3/\text{s} \quad \Rightarrow \quad Q_{eq} = \mathbf{0,162 \text{ m}^3/\text{s}}$$

La station de pompage refoule un débit de **0.162m<sup>3</sup>/s**.

###### V.4.1.3. Calcul du diamètre :

Pour dimensionner la conduite de refoulement, on applique la formule de Bonin pour une première approximation :

$$D = \sqrt[3]{Q} \quad \text{Eq 19}$$

Avec : D : Diamètre intérieur de la conduite (m)

Q : Débit véhiculé par la conduite (m<sup>3</sup>/s).

$$D = \sqrt[3]{0,162} = 0.402 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{D = 400 \text{ mm}}$$

###### V.4.1.4. Calcul de la hauteur manométrique totale :

La hauteur manométrique totale est donnée par la relation suivante :

$$\text{HMT} = H_g + \Delta H_a + \Delta H_r = H_g + \Delta H_t \quad \text{Eq 20}$$

Avec :

$\Delta H_a$  : Pertes de charge à l'aspiration.

$\Delta H_r$  : pertes de charge au refoulement.

$H_g$  : La hauteur géométrique.

La hauteur géométrique  $\langle H_g \rangle$  est la différence d'altitude entre la cote d'arrivée (réservoir) et celle de départ. Elle est calculée comme suit :

$$H_g = \nabla \text{PHE (réservoir)} - \nabla \text{PBE (prise d'eau)}$$

$$H_g = 1305 - 1290 = 15 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{H_g = 15 \text{ m}}$$

#### V.4.1.5. Pertes de charge linéaires :

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

- Diamètre de la conduite en (m).
- Débit en (m<sup>3</sup>/s).
- La rugosité absolue en (mm).
- La longueur du tronçon en (m).

$$\Delta H_l = I \times L = \lambda \frac{L \times V^2}{2 g D} \quad \text{Eq 21}$$

Avec :

$\Delta H_l$  : Perte de charge linéaire en (m).

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

$I$  : Gradient hydraulique en (m/m).

Le coefficient  $\lambda$  est obtenu par la formule suivante :

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

$\xi$  : Rugosité absolue ;(  $\xi = 0,046 \text{ mm}$ ).

#### V.4.1.6. Perte de charge singulière :

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.

$$\Delta H_s = 0,1 \times \Delta H_1 \quad \text{Eq 22}$$

#### V.4.1.7. Pertes de charge totales :

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

$$\Delta H_t = 1,1 \times \Delta H_1 \quad \text{Eq 23}$$

Les hauteurs manométriques totales sont présentées dans le tableau V-2 :

Tableau 4.2: Calcul de la HMT en fonction du diamètre.

Diamètre (mm)	Diam int (mm)	Longueur (m)	Qcar (l/s)	V (m/s)	$\lambda$	$\Delta H L$ (m)	$\Delta H T$ (m)	Hg (m)	HMT (m)
200	163,6	253	162	7,71	0,0150	70,17	77,19	15	92,19
250	204,6	253	162	4,93	0,0143	21,89	24,08	15	39,08
315	257,8	253	162	3,11	0,0136	6,58	7,24	15	22,24
400	327,4	253	162	1,93	0,0130	1,90	2,09	15	17,09
500	409,2	253	162	1,23	0,0125	0,60	0,66	15	15,66
630	515,6	253	162	0,78	0,0119	0,18	0,20	15	15,20

#### V.4.1.8. Calcul des frais d'exploitation :

- **Puissance absorbée par la pompe :**

C'est la puissance fournie à pompe, définie comme suit :

$$P = \frac{g \times Q \times \text{HMT}}{\eta} \quad \text{Eq 24}$$

Avec :

$\eta$ : Rendement de la pompe en (%) ;( $\eta = 80\%$ ).

Q : Débit refoulé par la pompe en ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

g: Pesanteur ( $\text{m}/\text{s}^2$ ) ;( $g = 9,81 \text{ m}/\text{s}^2$ ).

- **Energie consommé par la pompe:**

L'énergie consommé par la pompe est donnée par :

$$E = P \times t \times 365 \text{ [KWh]} \quad \text{Eq 25}$$

Avec :

t : C'est le temps de pompage par jour en (heure) ; dans notre cas t = 22 h.

P : Puissance de la pompe en (KW).

Les frais d'exploitation sont définis par la formule suivante :

$$F_{ex} = E \times e \text{ [DA]} \quad \text{Eq 26}$$

Avec :

E : Energie consommée par la pompe en (KWh).

e : Prix unitaire d'un Kwh imposé par la SONELGAZ ; (e = 4,67 DA).

Les frais d'exploitation sont présentés dans le tableau **V-3**:

Tableau 4.3: Calcul de la HMT en fonction du diamètre.

D (mm)	Diam int (mm)	Q (m3/s)	HMT (m)	puiss (kw)	KWh annuels	prix du Kwh (DA)	frais d'exploitation (DA)
200	163,6	0,162	92,19	183,134027	1470566,237	4,69	6896955,652
250	204,6	0,162	39,08	77,64187816	623464,2816	4,69	2924047,481
315	257,8	0,162	22,24	44,17066219	354690,42	4,69	1663498,057
400	327,4	0,162	17,09	33,94702772	272594,63	4,69	1278468,827
500	409,2	0,162	15,66	31,10068248	249738,48	4,69	1171273,473
630	515,6	0,162	15,20	30,19046219	242429,41	4,69	1136993,939

#### **V.4.1.9. Calcul des frais d'amortissement :**

Les frais d'amortissement sont donnés par la formule suivante :

$$F_{am} = P_{rc} \times A \text{ [DA]} \quad \text{Eq 27}$$

Avec :

P<sub>rc</sub> : Prix de la conduite en (DA).

A : Amortissement annuel. Il est donné par la formule suivante :

$$A = \frac{i}{(i+1)^n - 1} + i \quad \text{Eq 28}$$

i : Taux d'annuité annuel ; i = 8%

n : Nombre d'années d'amortissement ; n = 30 ans.

$$A.N : A = \frac{0.08}{(1+0.08)^{30}-1} + 0.08 = 0,0888 \quad \Rightarrow \quad \mathbf{A = 0,0888}$$

Les frais d'amortissement sont présentés dans le tableau **V-4**:

Tableau 4.4: calcul des frais d'amortissement en fonction du diamètre.

D (mm)	Prix de ml (DA)	L (m)	A	frais d'amortissement (DA)
200	1650,84	253	0,106	44272,22712
250	2595	253	0,106	69592,71
315	4093,57	253	0,106	109781,3603
400	6698,74	253	0,106	179646,8093
500	10152,5	253	0,106	272270,0132
630	15738,8	253	0,106	422082,8702

#### **V.4.1.10. Bilan des couts (Exploitation – Investissement) :**

Le bilan des couts de l'exploitation et de l'investissement figure dans le tableau **V-5** :

Tableau 4.5: Bilan des frais d'amortissement et d'exploitation.

D (mm)	Amortissement (DA)	Exploitation (DA)	Blian (DA)
200	44272,22712	6896955,652	6941227,879
250	69592,71	2924047,481	2993640,191
315	109781,3603	1663498,057	1773279,418
400	179646,8093	1278468,827	1458115,636
500	272270,0132	1171273,473	1443543,486
630	422082,8702	1136993,939	1559076,81

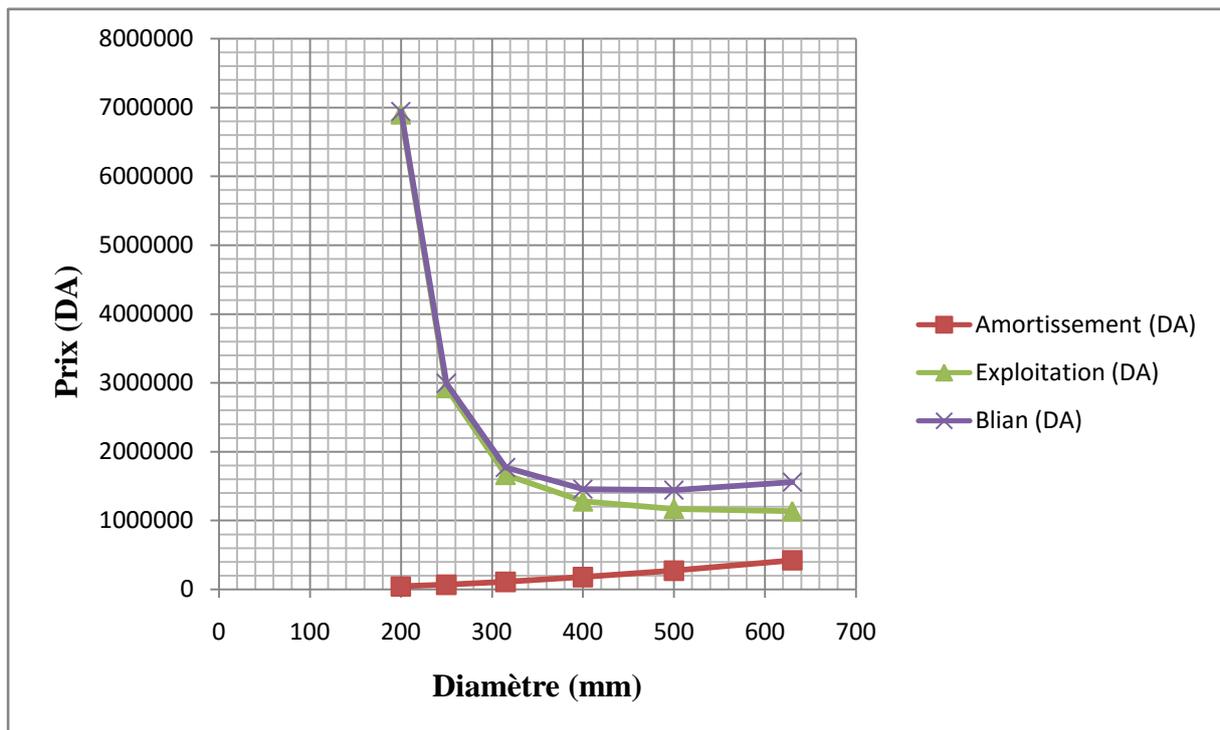


Figure 4-7: Résultats de l'étude technico-économique.

Selon la combinaison des frais d'exploitation et d'amortissement, le bénéfice va au profit du diamètre  $\phi$  400 dont la vitesse est de 1,78m/s.

#### V.4.2. Dimensionnement de la station de pompage

##### V.4.2.1. Détermination de la hauteur d'élévation calculée :

A partir du calcul du diamètre économique de conduite de refoulement, on a trouve :

$$HMT = 15,66 \text{ m}$$

$$Q_{eq} = 162 \text{ l/s} = 0,162 \text{ m}^3/\text{s}$$

##### V.4.2.2. Choix de nombre de pompe :

Notre station de pompage est dimensionnée à partir d'un débit max journalier, donc il faudra choisir un nombre de pompes qui assure un débit total égal à ce débit maximum.

Il faut aussi assurer le secours de la station, par une, ou deux pompes de secours, pour les utiliser en cas de panne. Et puisque notre station à un objectif de première catégorie donc en prévoit une seule pompe de secours.

Les critères à respecter dans le choix sont :

- Nombre minimal de pompes.
- Le meilleur Rendement.
- NPSH requis minimal.
- Puissance absorbée minimale
- Le nombre de tours par min plus important.

Quant aux caractéristiques de chaque pompe, elles ont été calculées en se basant sur le logiciel « **CAPRARI** », les résultats sont insérés dans le tableau V-6, suivant :

Tableau 4.6: Variation pour le choix du nombre de pompes.

N° variante	Type de la pompe	Type d'installation	Nbr de pompe	Débit (l/s)	HMT (m)	P <sub>abs</sub> (KW)	(NPSH) <sub>r</sub> (m)	η (%)	N (tr/min)
1	MEC-AZ 3 /125D	Pompes identiques en parallèle	2	84,1	17,2	24,8	4,82	62,6	1450
2	MEC-A 1/125E	Pompes identiques en parallèle	2	85,5	17,3	24	3,9	59,9	2950
3	MEC-AZ 2 /125B	Pompes identiques en parallèle	3	54,5	17,1	11,7	3,08	77,8	1450
4	MEC-A 1/100A	Pompes identiques en parallèle	3	58,5	17,5	13	5,84	77,7	2950

Donc selon les critères au dessus :

La variante qui comprend le plus grand nombre des critères de choix est la variante 3 avec la pompe MEC-AZ 2 /125B dont le nombre de pompe à utiliser est :

**3 Pompes + 1 pompes de secours.**

## V.5. Réseau de distribution :

Choix Du Trace :

Le choix du tracé des conduites de distribution est opéré selon plusieurs paramètres techniques topographiques, géologiques et géographiques à respecter pour garantir un

écoulement gravitaire contrôlé.

- Topographie du terrain.
- Pédologie (Structure, texture, capacité de rétention et l'humidité relative).
- Climatologie de la zone étudiée (ETP et ETR).
- Type de cultures à irriguer.
- Choix du système (sous pression).
- Recherche du profil en long de la conduite pour l'acheminer dans un tracé dépourvu de contre-pentes.
- Minimisation de la longueur du projet (réduction du coût du projet).
- Obligation d'éviter les traversées via des obstacles naturels ou artificiels (Terrain marécageux, canaux et les oueds).

#### **La méthodologie de dimensionnement :**

La détermination des diamètres des diverses conduites et leurs longueurs, est basée sur des éléments et des hypothèses étudiés :

- Tracé du réseau (Longueurs de tronçons)
- Débits effectifs dans chaque tronçon.
- Surface des îlots de chaque tronçon.
- Pertes de charges totales dans chaque tronçon.
- Choix de la côte du point de distribution à la tête du réseau.
- Choix des côtes naturelles du terrain et l'emplacement des bornes.
- Préservation du cadre foncier initial des parcelles cadastrées se trouvant dans l'espace d'étude.

#### **V.5.1. Calcul des débits des îlots :**

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures. Le débit spécifique est défini d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale. Ce débit a été évalué (chapitre 4) à :  $q_s=1.43l/s/ha$

Le débit de chaque borne pouvant desservir un îlot est formulé comme suit :

$$Q_b = q_s \cdot S \quad \text{Eq 29}$$

Avec :

$q_s$  = Débit spécifique moyen (l/s/ha)

$S$  = Superficie de l'îlot (ha)

#### **V.5.2. Choix du tracé des bornes**

Le tracé du réseau est projeté suivant le principe de proximité : plus courte distance pour relier l'ensemble des bornes au réseau de conduites principales, en tenant compte des contraintes du terrain qui limitent fortement les possibilités de choix : les règles générales suivies sont les suivantes :

- La recherche d'un tracé au plus court et avec le minimum de changement de direction concerne principalement la conduite maîtresse ;
- Eviter dans la mesure du possible de faire passer des conduites en plein champs ;
- Essayer de positionner la borne le plus proche de chaque parcelle à desservir afin d'éviter de pénaliser des exploitants par des têtes mortes trop longues ;
- Les conduites suivront au maximum (dans la mesure du possible) les routes et pistes et éviterons les plantations et zones bâties.

### V.5.3. Choix du type de borne :

Les diamètres des bornes en fonction des débits sont comme suit :

Tableau 5.7: Diamètre de la borne en fonction des débits.

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 8$ l/s	D=65mm
$8 < Q < 20$ l/s	D=100mm
$20 < Q < 25$ l/s	D=150mm
$Q > 25$ l/s	D=200mm

Le choix de la Borne dépend aussi de la surface :

- Pour les surfaces < 10ha on prend la Borne à deux prises
- Pour les surfaces > 15 ha on prend la Borne à quatre prises

### V.5.4. Calcul des débits aux bornes :

$$Q_b = q \times S$$

Avec : q= débit spécifique (l/s/ha)

S=Superficie (ha)

Les débits dans les ilots et les diamètres des bornes sont représenté dans le tableau suivant:

Tableau 5.8: Débit et diamètre des bornes

ilots	Surface	N parcelle projete	Q(l/s)	Diametre de la borne mm
1	8,28	1-a	11,8404	100

		1-b		
2	13,07	2-a	18,6901	100
		2-b		
3	22,19	3-a	31,7317	200
		3-b		
		3-c		
		3-d		
4	22,57	4-a	32,2751	200
		4-b		
		4-c		
		4-d		
5	9,67	5-a	13,8281	100
		5-b		
6	8,63	6-a	12,3409	100
		6-b		
7	14,54	7-a	20,7922	150
		7-b		
		7-c		
		7-d		
8	17,32	8-a	24,7676	150
		8-b		
		8-c		
		8-d		
9	16,95	9-a	24,2385	150
		9-b		
		9-c		
		9-d		
10	13,24	10-a	18,9332	100
		10-b		
11	13,95	11-a	19,9485	100
		11-b		
12	18,27	12-a	26,1261	200
		12-b		
		12-c		
		12-d		

Tableau 5.8: Débit et diamètre des bornes.

ilots	Surface	N parcelle projeté	Q(l/s)	Diamètre de la borne mm
13	13,96	13-a	19,9628	100
		13-b		
14	12,61	14-a	18,0323	150
		14-b		
15	25,25	15-a	36,1075	200
		15-b		
		15-c		

		15-d		
16	19,43	16-a	27,7849	200
		16-b		
		16-c		
		16-d		
TOTAL	249,93		357,3999	

### V.5.5. Calcul des diamètres des canalisations

Le diamètre de la conduite principal et du réseau de distribution sera calculé sur la base d'une vitesse idéale.

$$D_{cal} = \sqrt{\frac{4Q_{dim}}{\pi \cdot V_{ideal}}} \quad \text{Eq 30}$$

Où :

$D_{cal}$  : Diamètre calculé (théorique) de tronçon considéré en (m) ;

$Q_{dim}$  : Débit véhiculé par le tronçon considéré en (m<sup>3</sup>/s) ;

$V_{ideal}$  : Vitesse admissible idéale choisi en (m/s).

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

Le choix du diamètre de la conduite est effectué de façon à ce que la vitesse d'écoulement dans la canalisation soit admissible et comprise entre la vitesse minimum et la vitesse maximum, et cela, afin de ne pas provoquer certaine contrainte d'ordre technique : risque de coups de bélier violents lors des changements brusques du régime d'écoulement ou difficulté d'alimenter correctement les points à desservir.

Tableau 5.9: Seuil des vitesses admissibles en fonction des diamètres.

<b>Diamètre (mm)</b>	100	125	150	200	250	300	350	400	500
<b>Vitesse minimum (m/s)</b>	0.20	0.25	0.25	0.35	0.40	0.40	0.40	0.50	0.50
<b>Vitesse maximum (m/s)</b>	1.80	1.85	1.95	2.00					

Nous choisissons une vitesse moyenne de 1.25 m/s, admissible pour tous les diamètres.

Après avoir déterminé le diamètre calculé on choisit un diamètre normalisé ou commercialisé (qui diffère généralement de celui calculé) :  $D_{nor} \geq D_{cal}$

On calcul les vitesses obtenus par la normalisation des diamètres. Les résultats du calcul des diamètres de chaque tronçon sont présentés dans le tableau V.10.

Tableau 5.10: Diamètres des canalisations et vitesses d'écoulement.

n°Tronçon	longueur(m)	q(L/S)	Q(m3/s)	Diametre calculé	diametre normalisé	diamètre intérieur	vitesse(m/s)perte de charge unitaire(m)	perte de charge total
r-N1	194,3	357,5	0,3575	522,59916	630	515,6	1,712223082	1,014
N1-N4	12,7	56,7	0,0567	300,40115	315	257,8	1,086243902	0,066
N4-B2	42,4	12,34	0,01234	140,14179	160	130,8	0,918353299	0,368
N4-B1	57,3	18,69	0,01869	172,47046	200	163,6	0,889104527	0,355
N4-N5	289,6	25,67	0,02567	202,12638	250	204,6	0,780772896	1,068
N5-B4	104,1	13,82	0,01382	148,30783	160	130,8	1,028496158	1,121
N5-B3	306,2	11,84	0,01184	137,27325	160	130,8	0,881142873	2,460
N1-N2	105,0	109,56	0,10956	417,57653	500	409,2	0,833088026	0,187
N2-B5	59,6	20,79	0,02079	181,90193	200	163,6	0,989003912	0,453
N2-B6	129,1	31,73	0,03173	224,72175	250	204,6	0,965092481	0,711
N2-N3	391,2	57,04	0,05704	301,30048	315	257,8	1,092757534	2,050
N3-B7	241,9	24,77	0,02477	198,55145	200	163,6	1,178337032	2,556
N3-B8	317,4	32,28	0,03228	226,66101	250	204,6	0,981821156	1,805
N1-N6	600,8	191,24	0,19124	551,69549	630	515,6	0,915931587	0,961
N6-B9	353,5	26,13	0,02613	203,92937	250	204,6	0,794764151	1,348
N6-B10	295,4	24,24	0,02424	196,41578	200	163,6	1,15312433	2,997
N6-N7	225,5	76,88	0,07688	349,79754	400	327,4	0,913200505	0,627
N7-B11	159,9	19,96	0,01996	178,23391	200	163,6	0,949519869	1,123
N7-B12	189,5	18,93	0,01893	173,57428	200	163,6	0,900521599	1,205
N7-N8	215,2	37,98	0,03798	245,85981	250	204,6	1,155191063	1,664
N8-B13	58,9	18,03	0,01803	169,39786	200	163,6	0,857707577	0,342
N8-B14	238,8	19,95	0,01995	178,18926	200	163,6	0,949044158	1,677
N6-N9	344,2	63,99	0,06399	319,12889	400	327,4	0,760089755	0,677
N9-B16	272,2	36,11	0,03611	239,73079	250	204,6	1,098313567	1,913
N9-B15	364,6	27,78	0,02778	210,26945	250	204,6	0,844950177	1,561
							SOMME pdc	30,31

### V.5.6. Calcul de perte de charge dans les conduites

La loi de perte de charge employée et celle de **Calmon et Lechapt**, donnée par la formule suivante :

$$j = \frac{Q^M}{D^N} L \quad \text{Eq 31}$$

Avec :

***j*** : Perte de charge unitaire en (m/km) ;

***Q*** : Débit de la conduite en (m<sup>3</sup>/s) ;

***D*** : Diamètre de la conduite en (m) ;

***L, M et N*** : Constantes dépendantes de la rugosité absolue des canalisations.

Pour le PEHD  $L = 1.2$  ;  $M = 1,89$  et  $N = 5.01$  .

Généralement les pertes de charges singulières dans un réseau représentent environ 10% des pertes linéaires des conduites d'adduction, donc en prenant :  $k=10\%$ , la formule de calcul aura la forme suivante :

$$j = 1.2 \frac{Q^{1.89}}{D^{5.01}} \quad \text{Eq 32}$$

$$\Delta H = j \times L \quad \text{Eq 33}$$

Où :

**$\Delta H$**  : Perte de charge totale en m ;

***j*** : Perte de charge unitaire en m/m ;

***L*** : Longueur de la conduite.

Les résultats des calculs sont présentés dans le tableau ci dessous :

Tableau 5.11: Diamètre intérieur des conduites de chaque tronçon.

n°Tronçon	longueur (km)	Q(m3/s)	diametre normalisé	diamètre intérieur
R-N1	0,194	0,3575	630	515,6
N1-N4	0,013	0,0567	315	257,8
N4-B2	0,042	0,01234	160	130,8
N4-B1	0,057	0,01869	200	163,6
N4-N5	0,290	0,02567	200	204,6
N5-B4	0,104	0,01382	160	130,8
N5-B3	0,306	0,01184	160	130,8
N1-N2	0,105	0,10956	500	409,2
N2-B5	0,060	0,02079	200	163,6
N2-B6	0,129	0,03173	250	204,6
N2-N3	0,391	0,05704	315	257,8
N3-B7	0,242	0,02477	200	163,6
N3-B8	0,317	0,03228	250	204,6
N1-N6	0,601	0,19124	630	515,6
N6-B9	0,353	0,02613	250	204,6
N6-B10	0,295	0,02424	200	163,6
N6-N7	0,226	0,07688	400	327,4
N7-B11	0,160	0,01996	200	163,6
N7-B12	0,190	0,01893	200	163,6
N7-N8	0,215	0,03798	250	204,6
N8-B13	0,059	0,01803	200	163,6
N8-B14	0,239	0,01995	200	163,6
N6-N9	0,344	0,06399	400	327,4
N9-B16	0,272	0,03611	250	204,6
N9-B15	0,365	0,02778	250	204,6
			SOMME pdc	30,31

### V.5.7. Calcul de pression aux bornes et nœuds :

La pression au point X est donnée par la relation Eq 33 :

$$P = H - \Delta H - Z$$

Eq 33

**H** : La charge totale ;

**$\Delta H$**  : La somme des pertes de charge en amont de point X ;

**Z** : L'altitude de point X.

Les résultats des calculs sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5.12: La pression aux bornes et nœuds en (m.c.e).

	cotes	pression
B6	1303	20
N2	1303	20,711
B5	1302	21,258
N3	1284,6	37,061
B8	1286	33,856
B7	1286	33,105
N1	1303,2	20,697
N4	1302,8	21,032
B2	1298	25,463
B1	1302	21,476
N5	1286,5	36,264
B4	1282	39,643
B3	1286	34,304
N6	1275,8	47,136
B9	1276	45,588
B10	1279,5	40,439
N7	1279	43,309
B12	1290	31,104
B11	1282	39,185
N8	1283,8	36,845
B14	1288	30,968
B13	1282	38,303
N9	1271	51,259
B16	1270	50,346
B15	1270	50,698
R	1305	19,911

### **Remarque :**

La pression au niveau du réservoir est égale à 19,911 m.c.e, donc on doit surélever notre réservoir de 19 m par rapport au terrain naturel, ceci va coûter très cher et ce n'est pas économique, donc on propose d'installer une pompe qui va assurer la hauteur demandé.

En utilisant CAPRARI, on a trouvé que pour assurer le débit demandé qui est de 357,5 l/s et les 19 mètre de la hauteur manométrique, il faut installer 3 pompes identiques en parallèles + 1 e secours.

Les caractéristiques de la pompe :

Référence : E14S55/1FG+MC850 ;

Débit : 119 l/s ;

Hauteur de refoulement : 19,8 ;

P abs : 34,8 ;

Rendement : 66,4.

## **V.6. Dimensionnement du Réservoir**

Le site de réservoir est choisis de telle manière dominé les zones d'irrigation et afin d'assurer une pression aux bornes suffisante pour utiliser l'irrigation par goutte a goutte et par aspersion.

### **V.6.1. Dimensionnement du réservoir de distribution**

Calcul du volume du réservoir projeté :

$$V = Q \times T$$

Eq 34

Avec :

**V** : volume de la bâche.

**Q** : Débit caractéristique : 357,5 l/s

**T** : Temps de remplissage du réservoir : 1h

Donc :

$$V = 0,3575 \times 1 \times 3600 = 1287 \text{ m}^3$$

On prend **V=1300 m<sup>3</sup>**

➤ On a:  $V=L*l*H$

L: largeur

l: Longueur

**S** : section de réservoir :  $S=20*13=260m^2$

**H** : La hauteur de réservoir : 5m

Donc  $V= S*H = 260*5 =1300 m^3$

$$V= 1300 m^3$$

### **Conclusion**

A partir de ce chapitre on a proposé une variante plus classique pour projeter notre réseau d'adduction et de distribution. Cette variante consiste en la projection d'une conduite de refoulement à partir des forages pour alimenter le réservoir, après la distribution se fait gravitairement dans tout le périmètre.

On retient aussi, que le réseau est gravitaire, sous pression et la desserte se fait à la demande, ce qui rend l'évaluation des débits à transiter par les différents tronçons du réseau très complexe.

Le choix du diamètre de la conduite de refoulement est basé sur l'étude technico-économique, selon la combinaison des frais d'exploitation et d'amortissement.

Le choix de diamètre des conduites de distribution dépend de la vitesse admissible, tient compte des pertes de charges dans le tronçon de desserte qui doivent avoir une valeur qui permet d'assurer une pression suffisante pour le bon fonctionnement des équipements d'irrigation.

16 bornes d'irrigation et robinets vannes sous regards sont proposés au niveau des ilots.

Le calcul de perte de charge dans les conduites est fait par la formule de Calmon et Lechapt pour une conduite en PEHD, ainsi, on a déterminé les pressions au niveau de chaque borne et nœud.

#### IV.5. Estimation des besoins en eau des cultures :

Tableau 5.5 : Estimation des besoins en eau des blés.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
<b>ET<sub>0</sub></b> (mm/mois)	<b>152.70</b>	<b>117.80</b>	<b>69.60</b>	<b>47.74</b>	56.42	<b>64.12</b>	<b>108.19</b>	<b>139.20</b>	<b>190.65</b>	<b>230.70</b>	<b>263.50</b>	<b>246.76</b>
<b>Kc</b>	0.00	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	0.70	0.85	0.95	1.05	1.05	1.05	0.00	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>ETM</b> (mm/mois)	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>33.42</b>	<b>47.96</b>	<b>60.91</b>	<b>113.60</b>	<b>146.16</b>	<b>200.18</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>P (mm)</b>	<b>14.94</b>	15.94	13.44	12.37	9.97	9.86	14.30	11.91	12.92	10.61	3.02	8.10
<b>P<sub>eff</sub>(mm)</b>	<b>9.20</b>	9.81	8.28	7.62	6.14	6.07	8.80	7.33	7.96	6.53	1.86	4.99
<b>H (m)</b>	0.00	0.00	0.00	0.30	0.40	0.50	0.60	0.60	0.70	0.00	0.00	0.00
<b>RFU</b> (mm)	0.00	0.00	0.00	17.00	22.67	28.33	34.00	34.00	39.67	0.00	0.00	0.00
<b>Besoins net (mm)</b>	-9.20	-9.81	-8.28	8.80	19.15	26.51	70.80	104.83	152.56	-6.53	-1.86	-4.99
<b>Besoins brute (mm)</b>	0.00	0.00	0.00	11.73	25.53	35.35	94.40	139.77	203.41	0.00	0.00	0.00
<b>Besoins brute (m<sup>3</sup>)</b>				117.31	255.34	353.48	943.99	1397.73	2034.08			

Tableau 5.6 : Estimation des besoins en eau des pommes de terre.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
<b>ET<sub>0</sub></b> (mm/mois)	<b>152.70</b>	<b>117.80</b>	<b>69.60</b>	<b>47.74</b>	56.42	<b>64.12</b>	<b>108.19</b>	<b>139.20</b>	<b>190.65</b>	<b>230.70</b>	<b>263.50</b>	<b>246.76</b>
<b>Kc</b>	0.00	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	0.00	0.00	0.00	<b>0.75</b>	1.10	1.20	0.75	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>ETM</b> (mm/mois)	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>81.14</b>	<b>153.12</b>	<b>228.78</b>	<b>173.03</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>P (mm)</b>	<b>11.50</b>	12.27	10.35	9.52	7.67	7.59	11.01	9.17	9.95	8.17	2.32	6.23
<b>P<sub>eff</sub>(mm)</b>	<b>9.20</b>	9.81	8.28	7.62	6.14	6.07	8.80	7.33	7.96	6.53	1.86	4.99
<b>H (m)</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.25	0.35	0.40	0.00	0.00
<b>RFU</b> (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.67	14.17	19.83	22.67	0.00	0.00
<b>Besoins net (mm)</b>	-9.20	-9.81	-8.28	-7.62	-6.14	-6.07	66.68	131.62	200.99	143.83	-1.86	-4.99
<b>Besoins brute (mm)</b>	0.00	0.00	0.00	-10.16	-8.19	-8.09	88.90	175.50	267.98	191.77	-2.48	-6.65
<b>Besoins brute (m<sup>3</sup>)</b>				-101.60	-81.87	-80.93	889.01	1754.98	2679.82	1917.71	-24.80	-66.53

Tableau 5.7 : Estimation des besoins en eau des tomates.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
<b>ET<sub>0</sub></b> (mm/mois)	<b>152.70</b>	<b>117.80</b>	<b>69.60</b>	<b>47.74</b>	56.42	<b>64.12</b>	<b>108.19</b>	<b>139.20</b>	<b>190.65</b>	<b>230.70</b>	<b>263.50</b>	<b>246.7</b>
<b>Kc</b>	0.00	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	0.00	0.00	0.00	0.50	0.80	1.05	0.75	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>ETM</b> (mm/mois)	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>54.10</b>	<b>111.36</b>	<b>200.18</b>	<b>173.03</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>P (mm)</b>	<b>11.50</b>	12.27	10.35	9.52	7.67	7.59	11.01	9.17	9.95	8.17	2.32	6.23
<b>P<sub>eff</sub>(mm)</b>	<b>9.20</b>	9.81	8.28	7.62	6.14	6.07	8.80	7.33	7.96	6.53	1.86	4.99
<b>H (m)</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.70	1.00	1.00	0.00	0.00
<b>RFU</b> (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.33	39.67	56.67	56.67	0.00	0.00
<b>Besoins net (mm)</b>	-9.20	-9.81	-8.28	-7.62	-6.14	-6.07	33.96	64.36	135.56	109.83	-1.86	-4.99
<b>Besoins brute (mm)</b>	0.00	0.00	0.00	-10.16	-8.19	-8.09	45.28	85.82	180.74	146.44	-2.48	-6.65
<b>Besoins brute (m<sup>3</sup>)</b>				-101.60	-81.87	-80.93	452.82	858.18	1807.41	1464.38	-24.80	-66.53

Tableau 5.8 : Estimation des besoins en eau des carottes.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
<b>ET<sub>0</sub></b> (mm/mois)	<b>152.70</b>	<b>117.80</b>	<b>69.60</b>	<b>47.74</b>	56.42	<b>64.12</b>	<b>108.19</b>	<b>139.20</b>	<b>190.65</b>	<b>230.70</b>	<b>263.50</b>	<b>246.7</b>
<b>Kc</b>	0.00	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	0.00	0.00	0.00	0.45	0.75	1.05	0.90	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>ETM</b> (mm/mois)	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>48.69</b>	<b>104.40</b>	<b>200.18</b>	<b>207.63</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>P (mm)</b>	<b>11.50</b>	12.27	10.35	9.52	7.67	7.59	11.01	9.17	9.95	8.17	2.32	6.23
<b>P<sub>eff</sub>(mm)</b>	<b>9.20</b>	9.81	8.28	7.62	6.14	6.07	8.80	7.33	7.96	6.53	1.86	4.99
<b>H (m)</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.20	0.25	0.30	0.00	0.00
<b>RFU</b> (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.67	11.33	14.17	17.00	0.00	0.00
<b>Besoins net (mm)</b>	-9.20	-9.81	-8.28	-7.62	-6.14	-6.07	34.22	85.74	178.06	184.10	-1.86	-4.99
<b>Besoins brute (mm)</b>	0.00	0.00	0.00	-10.16	-8.19	-8.09	45.63	114.32	237.41	245.47	-2.48	-6.65
<b>Besoins brute (m<sup>3</sup>)</b>				-101.60	-81.87	-80.93	456.25	1143.16	2374.08	2454.67	-24.80	-66.53

Tableau 5.9: Estimation des besoins en eau des Laitues.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
ET <sub>0</sub> (mm/mois)	<b>152.70</b>	<b>117.80</b>	<b>69.60</b>	<b>47.74</b>	56.42	<b>64.12</b>	<b>108.19</b>	<b>139.20</b>	<b>190.65</b>	<b>230.70</b>	<b>263.50</b>	<b>246.76</b>
Kc	1.00	0.90	<b>0.00</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.00</b>	0.8
ETM (mm/mois)	<b>152.70</b>	<b>106.02</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>197.40</b>
P (mm)	<b>11.50</b>	12.27	10.35	9.52	7.67	7.59	11.01	9.17	9.95	8.17	2.32	6.23
P <sub>eff</sub> (mm)	<b>9.20</b>	9.81	8.28	7.62	6.14	6.07	8.80	7.33	7.96	6.53	1.86	4.99
H (m)	0.20	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.1
RFU (mm)	11.33	14.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.7
Besoins net (mm)	132.17	82.04	-8.28	-7.62	-6.14	-6.07	-8.80	-7.33	-7.96	-6.53	-1.86	186.8
Besoins brute (mm)	176.22	109.39	-11.04	-10.16	-8.19	-8.09	-11.73	-9.77	-10.61	-8.71	-2.48	249.00
Besoins brute (m <sup>3</sup> )	<b>1762.22</b>	<b>1093.91</b>	-110.40	-101.60	-81.87	-80.93	-117.33	-97.73	-106.13	-87.07	-24.80	<b>2490</b>

Tableau 5.10 : Estimation des besoins en eau des pastèques.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
ET <sub>0</sub> (mm/mois)	<b>152.70</b>	<b>117.80</b>	<b>69.60</b>	<b>47.74</b>	56.42	<b>64.12</b>	<b>108.19</b>	<b>139.20</b>	<b>190.65</b>	<b>230.70</b>	<b>263.50</b>	<b>246.76</b>
Kc	0.85	0.00	<b>0.00</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.70	0.65
ETM (mm/mois)	<b>129.80</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>138.42</b>	<b>184.45</b>	<b>160.39</b>
P (mm)	<b>11.50</b>	12.27	10.35	9.52	7.67	7.59	11.01	9.17	9.95	8.17	2.32	6.23
P <sub>eff</sub> (mm)	<b>9.20</b>	9.81	8.28	7.62	6.14	6.07	8.80	7.33	7.96	6.53	1.86	4.99
H (m)	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.25	0.30
RFU (mm)	22.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.33	14.17	17.00
Besoins net (mm)	97.93	-9.81	-8.28	-7.62	-6.14	-6.07	-8.80	-7.33	-7.96	120.56	168.42	138.40
Besoins brute (mm)	130.57	-13.08	-11.04	-10.16	-8.19	-8.09	-11.73	-9.77	-10.61	160.74	224.56	184.54
Besoins brute (m <sup>3</sup> )	<b>1305.71</b>	-130.80	-110.40	-101.60	-81.87	-80.93	-117.33	-97.73	-106.13	<b>1607.42</b>	<b>2245.64</b>	<b>1845.39</b>

Tableau 5.11: Estimation des besoins en eau des Haricots.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
<b>ET<sub>0</sub></b> (mm/mois)	<b>152.7</b>	<b>117.8</b>	<b>69.6</b>	<b>47.74</b>	56.42	<b>64.12</b>	<b>108.19</b>	<b>139.2</b>	<b>190.65</b>	<b>230.7</b>	<b>263.5</b>	<b>246.76</b>
<b>Kc</b>	0.8	1.1	0.95	0.95	0.7	0	0	0	0	0	0	0
<b>ETM</b> (mm/mois)	<b>122.16</b>	<b>129.58</b>	<b>66.12</b>	<b>45.353</b>	<b>39.494</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>P (mm)</b>	<b>11.50</b>	12.27	10.35	9.52	7.67	7.59	11.01	9.17	9.95	8.17	2.32	6.23
<b>P<sub>eff</sub>(mm)</b>	<b>9.2</b>	9.81	8.28	7.62	6.14	6.07	8.8	7.33	7.96	6.53	1.86	4.99
<b>H (m)</b>	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0	0	0	0	0	0	0
<b>RFU</b> (mm)	5.7	8.5	11.3	14.2	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Besoins net (mm)</b>	107.3	111.3	46.5	23.6	16.4	-6.1	-8.8	-7.3	-8.0	-6.5	-1.9	-5.0
<b>Besoins brute (mm)</b>	143.06	148.36	62.01	31.42	21.81	-8.09	-11.73	-9.77	-10.61	-8.71	-2.48	-6.65
<b>Besoins brute (m<sup>3</sup>)</b>	1430.58	1483.60	620.09	314.22	218.05	-80.93	-117.33	-97.73	-106.13	-87.07	-24.80	-66.53

Tableau 5.12: Estimation des besoins en eau des olives.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
<b>ET<sub>0</sub></b> (mm/mois)	<b>152.7</b>	<b>117.8</b>	<b>69.6</b>	<b>47.74</b>	56.42	<b>64.12</b>	<b>108.19</b>	<b>139.2</b>	<b>190.65</b>	<b>230.7</b>	<b>263.5</b>	<b>246.76</b>
<b>Kc</b>	0.7	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.75
<b>ETM</b> (mm/mois)	<b>106.89</b>	<b>76.57</b>	<b>45.24</b>	<b>31.031</b>	<b>36.673</b>	<b>41.678</b>	<b>70.3235</b>	<b>90.48</b>	<b>142.988</b>	<b>173.025</b>	<b>197.625</b>	<b>185.0</b>
<b>P (mm)</b>	<b>11.50</b>	12.27	10.35	9.52	7.67	7.59	11.01	9.17	9.95	8.17	2.32	6.23
<b>P<sub>eff</sub>(mm)</b>	<b>9.2</b>	9.81	8.28	7.62	6.14	6.07	8.8	7.33	7.96	6.53	1.86	4.99
<b>H (m)</b>	1.25	1.3	1.35	1.4	1.45	1.5	1.55	1.6	1.65	1.7	1.75	1.8
<b>RFU</b> (mm)	70.8	73.7	76.5	79.3	82.2	85.0	87.8	90.7	93.5	96.3	99.2	102.0
<b>Besoins net (mm)</b>	26.9	-6.9	-39.5	-55.9	-51.6	-49.4	-26.3	-7.5	41.5	70.2	96.6	78.1
<b>Besoins brute (mm)</b>	35.81	-9.21	-52.72	-74.56	-68.84	-65.86	-35.08	-10.02	55.37	93.55	128.80	104.1
<b>Besoins brute (m<sup>3</sup>)</b>	358.09	-92.09	-527.20	-745.63	-688.45	-658.56	-350.80	-100.22	553.70	935.49	1287.98	1041.1

Lorsque B brute < 0  $\Rightarrow$  ne pas irriguer.

Lorsque B brute > 0  $\Rightarrow$  effectuer une irrigation.

#### IV.6. Calcul de débit spécifique :

Les débits spécifiques sont définis selon les besoins en eau de chaque culture. Ce débit est calculé en tenant compte de besoins mensuels, la fréquence d'irrigation, la dose d'arrosage et le Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation pour définir les débit spécifiques de chaque culture suivant la formule qui suit :

$$q = \frac{B_m}{T \times t \times 3,6 \times K} \quad \text{Eq 17}$$

- **B<sub>m</sub>** : Besoin mensuel maximum net, exprimé en m<sup>3</sup>/ha.
- **T** : Temps d'irrigation par jour.
- **t** : Nombre de jours du mois d'irrigation, exprimée en jour égale à 30 J.
- **K** : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation ≈ 0.75

Tableau 6.13: Besoins brute des cultures.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
blé				117.31	255.34	353.48	943.99	1397.7	2034.0			
p.terre							889.01	1754.9	3679.2	1917.7		
tomate							452.82	858.18	1807.4	1464.3		
carotte							456.25	1143.1	2374.0	2454.6		
laitues	1762.22	1093.91										2490.0
pastèques	1305.71									1607.4 2	2245.64	1845.3
haricot	1430.58	1483.60	620.09	314.22	218.05							
olive	358.09								553.70	935.49	1287.98	1041.0
Besoins brute (m <sup>3</sup> )	4856.60	2577.51	620.09	431.52	473.39	353.48	2742.08	5154.0 4	9449.0	8379.6	3533.62	5376.4

Le mois de pointe c'est le mois de **Mai** avec un besoins total de **B = 9449.09 m<sup>3</sup>**

$$q = \frac{944.9 \times 10^4}{20 \times 26 \times 3600 \times 0.75} = 6.73 \text{ l/s/ha.}$$

Le débit spécifique est considérable donc son calcul exige d'introduire la valeur des besoins d'une culture qui réalise la relation  $q_s < 1.5 \text{ l/s/ha}$

On prend la valeur des pommes de terre en moi de mai qui est égale à 2679.82 m<sup>3</sup>

Ce qui donne :

$$q = \frac{267.9 \times 10^4}{20 \times 26 \times 3600} = 1.43 \text{ l/s/ha.}$$

#### **IV.7. Débit caractéristique :**

C'est le débit maximum en rapport à la pression de service dans le réseau d'irrigation. Il est égal à: **Q caractéristique=Qsp× surface**

Surface totale= 250ha

Q caractéristique= 1.43 ×250 = 357.5 l/s.

**Q caractéristique=357.5 l/s.**

#### **Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons mis en évidence les besoins en eau d'irrigation des cultures mises en place (maraichères et céréalières) sur la surface d'étude de **250 ha**.

On a pu calculer le débit spécifique qui est égale a 1.43 l/s/ha qui va nous servira dans les chapitres suivants dans le dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre étudié.

Le présent chapitre a pour but principal de déterminer les besoins en eau des cultures ainsi que le volume nécessaire alloué pour le mois de pointe et pour l'ensemble de l'année de calcul.

Ces derniers sont importantes à connaître, car ils peuvent nous indiquer si la quantité d'eau est suffisante ou pas.

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

Les besoins en eau d'irrigation des cultures reposent sur le calcul en priorité du bilan hydrique.

Le bilan hydrique est établi pour un lieu et une période donnés par comparaison entre les apports et les pertes en eau dans ce lieu et pour cette période. Il tient aussi compte de la constitution de réserves et des prélèvements ultérieurs sur ces réserves.

##### IV.1.1. L'évapotranspiration

Le déficit hydrique, qui peut également s'exprimer sous le terme de besoins en eau (B), se définit comme la différence entre l'évapotranspiration réelle (ETR) de la culture considérée et les précipitations efficaces (Peff).

##### IV.1.2. L'évapotranspiration réelle

S'obtient en multipliant l'évapotranspiration standard par le coefficient cultural.

La pluie efficace, Peff, représente la fraction des précipitations qui est effectivement utilisée par la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface et par percolation profonde. Le choix de la méthode appropriée pour le calcul des précipitations efficaces demande une réflexion sérieuse. Différentes méthodes ont ainsi été développées, chacune prenant en compte le climat de la région où doivent s'effectuer les mesures. Le logiciel CROPWAT V8.0 en propose.

$$ETR = ETo * Kc \qquad \text{Eq 8}$$

- ✓ **ETo** : représente l'évapotranspiration définie par Penman comme étant la quantité d'eau transpirée par unité de temps par une végétation courte et verdoyante, recouvrant complètement le sol, de hauteur uniforme et qui ne manque jamais d'eau. Elle se calcule à partir de la formule de Penman-Monteith et des données climatiques de la région.
- ✓ **Kc** : correspond au coefficient cultural, fonction du type de culture et de son état végétatif.

**ETo** dépend de :

**Tm** : températures moyenne, exprimées en °C.

**HRm** : humidités de l'air moyen, exprimées en %.

**Vm** : vitesses du vent moyen, exprimées en m/s.

- P** : précipitations exprimées en mm.
- N** : nombre de jours de précipitation par mois
- Insol.** : Durée d'insolation, exprimée en heure.
- Eto** : évapotranspiration de référence

### **Les méthodes d'évaluation de L'évapotranspiration**

On distingue généralement deux (02) méthodes :

- Les méthodes directes.
- les méthodes in directes.

#### **a) Les méthodes directes**

##### **L'évapotranspiration ou cuve lysimétrique**

Un appareil qui sert à mesurer l'évapotranspiration dans un sol nu ou généralement sur un lieu planté (couvert végétal).

##### **Le bac évaporant (bac Colorado)**

Un appareil simple qui permet de mesurer directement l'évapotranspiration d'une nappe d'eau libre. Sous réserve qu'il soit correctement installé.

#### **b) Les méthodes indirectes**

Ces méthodes de calcul de l'ETP se font suivant des formules ne comportant que des données climatiques.

##### **La formule de BLANEY et CRIDDLE**

A la suite de plusieurs expérimentations, BLANEY et CRIDDLE, ont établie une formule pour déterminé l'ETP, il est révélé que la température et la durée de jour sont les facteurs déterminants pour le calcul de l'ETP (évapotranspiration potentielle), proposés selon la formule suivante :

$$ETP = K (0.46t + 8.13) P \quad \text{Eq 9}$$

Dans le quelle :

- ETP : Evapotranspiration potentielle en mm/jour.
- t : température moyenne (en degré Celsius) durant la période considérée (généralement le mois).
- P : pourcentage de la durée moyenne du jour pendant la même période, par rapport à la durée moyenne de jour pour l'année.
- K : coefficient dépendant du stade végétatif de la culture et de la température moyenne (de la zone climatique).

### La formule de TURC

Si l'humidité relative est supérieur à 50%, l'évapotranspiration potentielle est donnée par :

$$ETP = 0.40 (I_g + 50) \times \frac{T}{T+15} \quad \text{Eq 10}$$

Dans le quelle :

- ETP : évapotranspiration mensuelle (mm/ mois).
- $I_g$  : radiation globale en (cal/cm<sup>2</sup>/jour).
- T : température moyenne mensuelle (° C).

### Remarque

Le coefficient 0.40 est réduit à 0.37 durant le mois février.

Si l'humidité relative de l'air est inférieure à 50%, l'évapotranspiration potentielle est donnée par :

$$ETP = 0.40 (I_g + 50) \times \frac{T}{T+15} \times 1 + \frac{50-H_r}{70} \quad \text{Eq 11}$$

Avec :

$$I_g = I_{ga} (0.18 + 0.62) \frac{h}{H} \quad \text{Eq 12}$$

Dans le quelle

- T : température moyenne mensuelle (° C).
- $I_g$  : radiation globale en (cal/cm<sup>2</sup>/jour).
- $H_r$  : l'humidité de l'air en (%).
- $I_{ga}$  : radiation maximale théorique.
- H : durée astronomique de jour en (heur/mois).
- h : durée de l'insolation de la station considérée en (heur/mois).
- $\frac{h}{H}$  : L'insolation relative en (heur).

### La formule de PANMEN

Il est supposé que la formule de PANMEN, donne les estimations les plus significatives de l'ETP, dans les différents climats mais reste, que l'inconvénient majeur se situe à l'exigence d'un nombre important de données climatiques à introduire dont certaines sont souvent indisponibles au niveau de la même station. donc, la formule est la suivante:

$$ETP = p'(t) \frac{R_n}{L} + \sigma \frac{E_a}{p(t) + \sigma} \quad \text{Eq 13}$$

Avec:

- $p'(t)$  : valeur de dérivée de la fonction de pression partielle de vapeur d'eau saturante en fonction de la pression de vapeur d'eau en fonction de la température, pour la température de l'air T.

- $R_n$  : rayonnement net (climatique).
  - $E_a$  : pouvoir évaporant de l'air, fonction du vent et de déficit de saturation de l'air.
  - $L$  : chaleur latente de vaporisation (2.5.106 j/kg).
  - $\sigma$  : Constante psychométrique (0.65 h la/°C).

#### IV.2. Calcul de la pluie efficace

Tout d'abord il faut calculer la pluie efficace pour passer au calcul de  $ET_0$ . Le calcul de la pluie efficace est effectué à l'aide de logiciel CROPWAT 8.0 qui nous propose plusieurs méthodes :

**-Méthode de pourcentage fixe des précipitations**

- Formule empirique pour précipitation de projet
- Formule empirique
- La méthode USDA-SCS

La pluie efficace se présente comme la partie des précipitations qui contribue à satisfaire les besoins en eau de la culture et/ou le besoin net d'eau d'irrigation.

Pour son calcul on procède avec la méthode de pourcentage fixe des précipitations selon la relation :

$$P_{eff} = a * P_{sec} \tag{Eq 14}$$

Avec :

a : fraction des pertes par ruissellement et percolation profonde elle entre 0.7 et 0.9, pour notre cas on prend  $a=0.8$

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau VI.1:les pluies efficaces selon la méthode de pourcentage fixe.

Mois	Sep	oct	Nov	dec	jan	fev	ms	avl	mai	juin	juilt	auot	Total
Pisec	11.50	12.27	10.35	9.52	7.67	7.59	11.01	9.17	9.95	8.17	2.32	6.23	201.15
Peff	9.20	9.81	8.28	7.62	6.14	6.07	8.80	7.33	7.96	6.53	1.86	4.99	160.92

### IV.3. Calcul de l'évapotranspiration

L'évapotranspiration de référence est calculée à l'aide d'un logiciel appelé **CRAPWAT V8.0**, fondé sur la méthode de PANMAN et MONTHIEL et modifié, ensuite recommandée pour consultation par les experts de la FAO .

Pour exploiter le logiciel cité ci-dessus on doit fournir les données climatiques mensuelles chiffrées à la station météorologique d'EL Bayadh telles que :

- les températures moyennes en (°C).
- l'humidité relative de l'air exprimé en (%).
- l'insolation journalière en heure.
- la vitesse de vent en m/s.

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET<sub>0</sub> calculée à l'aide du logiciel CRAPWAT 8.0 sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau 3.2: Calcule de l'évapotranspiration de référence.

Mois	Temp min (°C)	Temp max (°C)	Humidité (%)	Vent (m/s)	Insolation (heures)	Rayonnement MJ/m <sup>2</sup> /jour	ET <sub>0</sub> Mm/jour
Janv	0	9.8	56	2.8	5.8	10.4	1.82
Fev	0.8	12.3	57	2.9	7.1	13.9	2.29
Mars	4.2	15.6	50	3.6	7.9	17.7	3.49
Avril	6.6	18.8	45	3.8	9	21.7	4.64
Mai	11.5	24.4	37	3.6	9.9	24.4	6.15
Juin	16.8	30.7	29	3.4	10.7	26	7.69
Juit	20.7	34.8	23	3.3	10.1	24.8	8.50
Auot	20	33.9	25	3.1	9.8	23.2	7.96
Sep	15.7	20	38	3.1	8.8	19.6	5.09
Oct	10.4	21.6	49	2.8	7.8	15.4	3.80
Nov	4.4	15	60	2.8	6.4	11.4	2.32
Dec	1.4	10.8	69	2.8	5.4	9.3	1.54
Moyenne	9.4	20.6	45	3.2	8.2	18.2	4.61

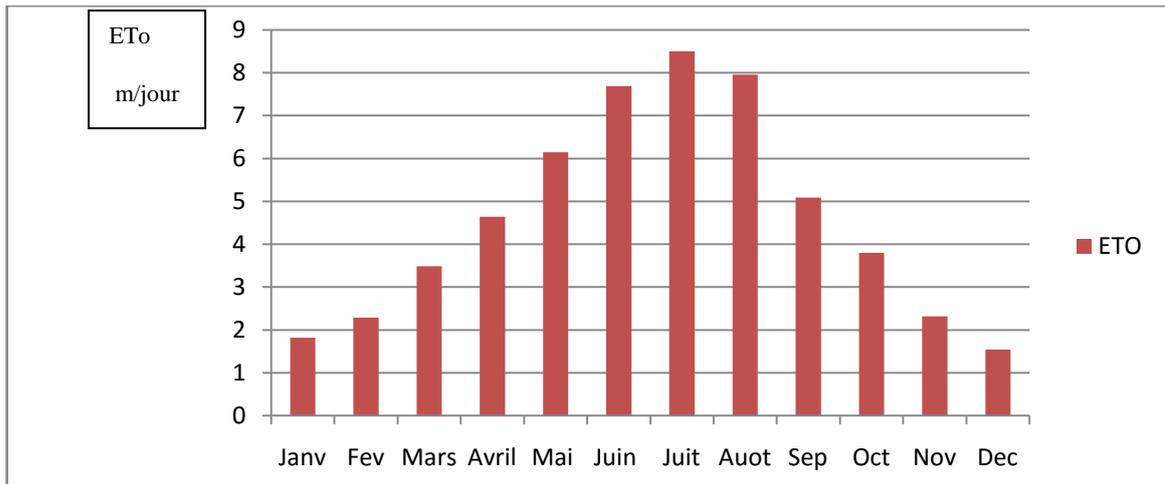


Figure 3-I: Evapotranspiration de référence.

#### IV.4. Le bilan hydrique

Le bilan hydrique est établi pour un lieu et une période donnés par comparaison entre les apports et les pertes en eau dans ce lieu et pour cette période. Il tient aussi compte de la constitution de réserves et des prélèvements ultérieurs sur ces réserves.

Le calcul des volumes d'eau d'irrigation s'effectue d'une période à une autre durant tout le cycle végétatif, selon la formule qui suit :

$$B = k_c \times ETP - (P_{eff} + RFU) \quad \text{Eq 15}$$

- **ETP** : évapotranspiration potentielle de référence en mm.
- **Kc** : le coefficient culturel de la culture considérée.
- **Peff** : pluie efficace en mm.
- **RFU** : la réserve facilement utilisable disponible au début de la période.

#### La réserve facilement utilisable (RFU)

La réserve utile c'est la quantité d'eau contenue dans la tranche de sol explorée par les racines, entre le point de ressuage et le point de flétrissement.

Tel que:

$$RFU = (h_{cc} - h_{pf}) \times \gamma \times d_a \quad \text{Eq 16}$$

Pour notre étude on a pas eu des informations sur la densité apparente, alors on a procéder avec une autre formule pour calculé la RFU, qui est en fonction de la nature du sol, par exemple pour notre sol qui est sablonneux limoneux da égale a 85 donc la formule de RFU devient :

$$RFU = 85 \times Y^{2/3}$$

Avec :

RFU : réserve facilement utilisable (mm) ;

Y : profondeur d'enracinement (m).

### Le coefficient cultural ( $K_c$ )

L'estimation des besoins en eau des cultures peut s'effectuer à partir de l'ETP et des coefficients culturaux ( $K_c$ ) propres à chaque culture et stade de développement atteint.

Tableau IV.3 :Le Coefficient cultural ( $K_c$ ) des différentes cultures.

culture	Sep	oct	Nov	déc	jan	fév	mar	avr	mai	juin	juil	aout
Blé	-	-	-	0.7	0.85	0.95	1.05	1.05	1.05	-	-	-
p. terre	-	-	-	-	-	-	0.75	1.1	1.2	0.75	-	-
Tomate	-	-	-	-	-	-	0.5	0.8	1.05	0.75	-	-
Carotte	-	-	-	-	-	-	0.45	0.75	1.05	0.9	-	-
Laitue	1	0.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8
Choux	0.75	1.05	1.05	0.9	-	-	-	-	-	-	-	-
Pastèque	0.85	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	0.7	0.65
Haricot	0.8	1.1	0.95	0.95	0.7	-	-	-	-	-	-	-
Oignon	0.7	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.75

Source : bulletin FAO d'irrigation et drainage n°33, tableau 18

### Les profondeurs d'enracinement

Tableau IV.4 : Les profondeurs d'enracinement en m des différentes cultures.

culture	Sep	oct	Nov	déc	jan	fév	mar	avr	mai	juin	juil	aout
Blé	-	-	-	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	-	-	-
p. terre	-	-	-	-	-	-	0.1	0.25	0.35	0.40	-	-
Tomate	-	-	-	-	-	-	0.2	0.7	1	1	-	-
Carotte	-	-	-	-	-	-	0.1	0.2	0.25	0.3	-	-
Laitue	0.2	0.25		-	-	-	-	-	-	-	-	0.1
Pastèque	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.25	0.3
Haricot	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	-	-	-	-	-	-	-
Olive	1.25	1.3	1.35	1.4	1.45	1.5	1.55	1.6	1.65	1.7	1.75	1.8

Source : bulletin FAO d'irrigation et drainage n°33

L'étude agro-pédologique définit les caractéristiques (physique et chimique) de tous les sols en particulier les zones aptes à la mise en valeur de sols réservés à l'irrigation suivant leurs types hydrodynamiques nécessaires au calcul des doses d'arrosages et a possibilité de localiser l'emplacement d'un réseau d'irrigation et de drainage.

Les principaux critères retenus pour la classification de ces sols sont : la texture, l'hydromorphie, la présence et la profondeur de la nappe, la porosité, la salinité (conductivité électrique) et le calcaire actif.

### **III.1. Etude des sols**

Dans le but de mettre en valeur ce périmètre (apprécier ses qualités, faire ressortir ses caractéristiques physico-chimiques, déterminer les éventuelles contraintes susceptibles de limiter son utilisation et établir un plan de culture approprié) par le biais des concessions, une étude pédologique a été faite selon les étapes suivantes :

- Prospections pédologiques (réalisation de 4 profils pédologiques et des prélèvements des échantillons pour chacun de leurs horizons) ;
- Analyse physico-chimique des échantillons ;
- Interprétation des résultats.

L'analyse a permis de reconnaître deux types d'unités pédologiques qui sont : les sols peu évolués non climatiques d'érosion lithiques et les sols peu évolués non climatiques d'apport alluvial modaux.

### III.1.a. Les sols peu évolués non climatiques d'érosion lithiques : Profil 02

Ces sols à aspect de surface couvert par une végétation spontanée situés sur une le sommet d'une petite colline à l'intérieur de ce périmètre, ils présentent un profil de type AC qui n'est pas très profond, avec des teneurs en matière organique très faible et une fertilité chimique médiocre.

#### Description du profil : Profil N° : 02

##### a) Données générales :

Géomorphologie :	versant
Pente :	3– 6%
Occupation actuelle :	+ 50% de végétation spontanée.
Aspect de surface :	10% de pierres, cailloux et graviers.
Coordonnées :	X = 00° 51' 48,3''      Y = 33° 23' 00,0''
Classification :	
Classe :	sols peu évolués
S /classe :	sols peu évolués non climatiques
Groupe :	sols d'érosion
S /groupe :	lithiques

##### b) Description morphologique du profil :

0 – 20 cm : sec, couleur 7,5YR5/6, texture sableuse, structure particulière, 10% de cailloux et de graviers, présence de nombreuses racines, activité biologique nulle, poreux, friable, matière organique peu décelable, effervescence moyenne à l'Hcl, transition nette, présence d'encroustement calcaire.  
>20 cm : encroustement calcaire.

##### c) Résultats analytiques :

Les résultats sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1.1: Résultats analytique du profile 2.

Numéro du profil		P2
Coordonnées		x 00 51 48,3      y 33 23 00,0
Code laboratoire numéro		55
Horizons		<b>H1</b>
Profondeur en cm		0-20
Granulométrie (en %)	<b>A</b>	2,2
	<b>LF</b>	3,4
	<b>LG</b>	6,7
	<b>SF</b>	63,7
	<b>SG</b>	24

Numéro du profil	P2
Caco <sub>3</sub> Total (en %)	2,63
Caco <sub>3</sub> Actif (en %)	/
CEC (en méq /100 g)	1,51
PH (au 1/5)	8,48
C.E mmhos/cm. (1/5)	0,1
C %	0,08
MO %	0,14
Gypse %	/

#### d) Interprétation et valeur agronomique

Ces sols présentent des potentialités favorables à leur utilisation et des contraintes qui nécessitent des aménagements au préalable par l'utilisation de certaines techniques appropriées.

Parmi les potentialités on cite principalement :

- Une granulométrie dominée par la fraction sableuse très favorable au drainage interne de ces sols ;
- Absence du risque de salinité exprimée par de très faibles teneurs en conductivité électrique (qui sont de 0 à 2 mmhos/cm) ;
- Des pH moyennement alcalins, conviennent pour une gamme de cultures très variée.

Les contraintes sont exprimées quant à elles par :

- Une végétation spontanée assez dense en surface nécessitant un défrichage ;
- Un faible pouvoir de rétention en eau et en éléments fertilisants ;
- Une structure peu développée .

La mise en valeur de ces sols nécessite quelques aménagements au préalable tels que :

- Défrichage et nivellement pour faciliter l'accès au périmètre et les travaux du sol ;
- Sous-solage pour briser les encroutements calcaires et augmenter la profondeur utile de ces sols ;
- Amendements organiques (fumier d'ovins, de bovins) pour améliorer la structure et le pouvoir de rétention de ces sols, fertilisation minérale selon les besoins des cultures.

Après aménagement, ces sols pourront convenir aux espèces à enracinement superficiel telles que les cultures maraichères et les céréales.

#### III.1.b. Les sols peu évolués non climatiques d'apport alluvial modaux : Profils 1, 3 et 4.

Ces sols couvrent presque la totalité du périmètre d'étude, avec un aspect de surface couvert par la végétation spontanée, présentent des profils de type AC, avec une profondeur moyenne, des teneurs en matière organique très faibles et une fertilité chimique médiocre.

## Description du profil type : Profil N° : 03

### a) Données générales :

Géomorphologie :	dépression
Pente :	0– 3%
Occupation actuelle :	+ 50% de végétation spontanée.
Aspect de surface :	5% de cailloux et graviers.
Coordonnées :	X = 00° 51' 31,2'' Y = 33° 23' 00,2''
Classification :	
Classe :	sols peu évolués
S /classe :	sols peu évolués non climatiques
Groupe :	sols d'apport alluvial
S /groupe :	modaux

### b) Description morphologique du profil

0 – 30 cm : sec, couleur 7,5YR5/8, texture sableuse, structure particulière, pas de charge caillouteuse, présence de nombreuses racines, activité biologique nulle, poreux, friable, matière organique peu décelable, effervescence nulle à l'Hcl, transition diffuse.

30 – 90 cm : sec, couleur 7,5YR5/6, texture sableuse, structure particulière, pas de charge caillouteuse, pas de racines, activité biologique nulle, poreux, friable, matière organique non décelable, effervescence moyenne à l'Hcl.

>90 cm : sable brut.

### c) Résultats analytiques

Les résultats sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1III.2:Résultats analytique du profile 3.

Numéro du profil		P3	
Coordonnées		x 00 51 31,2	y 33 23 00,2
Code laboratoire numéro		56	57
Horizons		<b>H1</b>	<b>H2</b>
Profondeur en cm		0-30	30-90
Granulométrie (en %)	<b>A</b>	1,4	5,4
	<b>LF</b>	2,2	7,1
	<b>LG</b>	4,9	7,2
	<b>SF</b>	56,2	45,5
	<b>SG</b>	35,3	34,8
Caco <sub>3</sub> Total (en %)		2,25	2,25
Caco <sub>3</sub> Actif (en %)		/	/
CEC (en méq /100 g)		0,96	3,55
PH (au 1/5)		8,6	8,5

Numéro du profil	P3	
C.Emmhos/cm. (1/5)	0,08	0,09
C %	0,09	0,06
MO %	0,15	0,1
Gypse %	/	/

#### d) Interprétation et valeur agronomique

Ces sols moyennement profonds renferment au sein de leurs profils, certaines caractéristiques favorables et d'autres légèrement contraignantes qui doivent nécessiter des corrections.

Parmi les potentialités, on cite principalement :

- Une granulométrie dominée par la fraction sableuse très favorable au drainage interne de ces sols ;
- Des teneurs en calcaire actif à l'état de traces sans aucune incidence sur les rendements des cultures ;
- Absence du risque de salinité exprimée par de très faibles teneurs en conductivité électrique (qui sont de 0 à 2 mmhos/cm) ;
- Des pH moyennement alcalins, conviennent pour une gamme de cultures très variée ;
- Une profondeur moyenne du sol qui favorise un bon développement des racines.

Les Contraintes légères qui nécessitent des corrections s'articulent autour de :

- Une végétation spontanée couvrant plus de 50% de la surface du périmètre, ce qui nécessite un défrichage ;
- Un faible pouvoir de rétention en eau et en éléments fertilisants ;
- Une structure peu développée ;
- Une fertilité chimique très faible exprimée par des teneurs en capacité d'échange cationique (< 5 meq/100 g de sol) et des teneurs en matière organique inférieures à 0,5% dans tous les profils analysés.

La mise en valeur de ces sols nécessite quelques aménagements au préalable tels que :

- Défrichage, nivellement et épierrage pour les endroits qui ont une charge caillouteuse importante afin de faciliter l'accès au périmètre et les travaux du sol ;
- Amendements organiques (fumier d'ovins, de bovins) et fertilisation minérale pour améliorer la fertilité chimique, la structure et le pouvoir de rétention de ces sols.

Après correction de la fertilité chimique, ces sols peuvent convenir à une large gamme de cultures et principalement les cultures maraichères, les cultures fourragères et les cultures arboricoles comme l'olivier.

### III.2. Aptitudes des sols en irrigué

Après avoir connu les différentes unités pédologiques qui composent le périmètre d'étude et les contraintes à la mise en valeur, il sera procédé à la synthèse de toutes les données exploitées (climatiques, pédologiques, hydrographiques et autres) afin d'arriver à l'identification et à la délimitation des zones homogènes exprimant avec exactitude l'aptitude culturale de chaque unité pédologique. L'aptitude qui se définit par la capacité d'un sol à produire une culture sera déterminée toute en tenant compte des paramètres suivants :

- Niveau limitant (profondeur) ;
- Texture/ structure ;
- Eléments grossiers ;
- Hydromorphie ;
- Conductivité électrique (salure) ;
- Taux de calcaire actif et du gypse.

Le choix des cultures à introduire sera fait en fonction des caractéristiques physico chimiques des sols et des exigences de chaque culture vis-à-vis des paramètres cités si dessus, tout en tenant compte de la qualité des eaux d'irrigation.

Tableau 2.3: Aptitude des sols.

Désignation		Aptitude culturale		
Type de sol	contrainte	bonne	moyenne	mauvaise
<b>Sols peu évolués non climatiques d'érosion lithiques</b>	Charge caillouteuse, Faible profondeur, Fertilité médiocre,		Oignon, pomme de terre, carotte, navet, choux-fleur, épinard, <b>laitue</b> , ail, <b>pastèque</b> , melon, <b>haricot</b> , sorgho, blé dur, blé tendre, maïs, vesce avoine et l'orge	Luzerne Espèces arboricoles.
<b>Sols peu évolués non climatiques d'apport alluvial modaux</b>	Fertilité médiocre, Un faible pouvoir de rétention en eau et en éléments fertilisants	Artichaut, <b>tomate</b> , oignon, <b>pomme de terre</b> , <b>carotte</b> , navet, chou-fleur, épinard..., <b>blé dur</b> , blé tendre, orge, bersim, sorgho, maïs, vesce avoine arachides, palmier dattier	Luzerne, <b>Olivier</b> , grenadier, le figuier	

### III.3. Occupation du sol

Le périmètre de Seguia Djedida est couvert d'une végétation steppique assez dense, et par endroits très dense, essentiellement sur la terrasse alluviale au nord - ouest du périmètre. Cette végétation est composée essentiellement de Remth (*arthrophytum scoparium*), el Baguel et Rtem (*retama retam*). Aux abords du périmètre, du côté ouest, on note la présence de dunes de sables. Sur les sommets des collines (hors périmètre), on note aussi la présence d'affleurements rocheux.

### III.4. Choix des cultures

Le choix des cultures à mettre en place doit être subit aux critères suivants:

- Les conditions climatiques de la région étudiée.
- La qualité et disponibilité de l'eau d'irrigation.
- L'aptitude culturale des sols basée sur l'étude pédologique.

En tenant compte des critères cité ci-dessus, notre choix est tombé sur :

- ✓ Pour l'arboriculture on a choisi l'olive ;
- ✓ Pour les maraichères les carottes, tomate, pomme de terre, laitue, pastèque, et l'haricot ;
- ✓ Et pour les céréales le blé dur.

La répartition des cultures dans le périmètre et la surface donnée pour chaque culture est représentée dans le tableau suivant :

Tableau 4.4: Surface de chaque culture

ilot N°	culture	surface occupée (ha)
1	pomme de terre	8,28
2	pomme de terre	12,94
3	carote	22,13
4	laitue	22,57
5	tomate	9,7
6	pasteque	8,7
7	haricot	14,58
8	pasteque	17,37
9	olive	17,51
10	olive	12,22
11	blé dure	104
12	blé dure	
13	blé dure	
14	blé dure	
15	blé dure	
16	blé dure	

### III.5. Assolement et rotation choisis

L'assolement est défini comme étant la répartition des cultures dans la parcelle, il a également pour effet, d'assurer une utilisation rationnelle des éléments nutritifs en fonction des préférences marquées des plantes pour ces derniers et leur mode d'alimentation suivant le système racinaire des cultures.

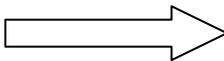
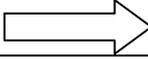
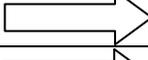
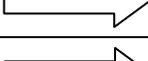
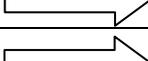
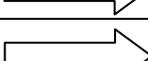
Le choix des cultures de l'assolement est fait en fonction :

- ✓ Des facteurs écologiques (climat, sol ...).
- ✓ Des facteurs humains (mains d'œuvre et sa qualification).
- ✓ Des facteurs techniques (organisation du travail, matériel).
- ✓ Des facteurs économiques (prix de produits, débouchés ...).

La rotation est l'ordre de succession des cultures sur une même parcelle. Elle correspond à une répartition des cultures dans le temps. Elle permet aux plantes :

- ✓ Réserves minérales : la rotation permet aux plantes selon leurs exigences et la zone de développement des racines d'exploiter au mieux les ressources minérales.
- ✓ Propriétés des sols : certaines plantes tendent à détériorer la structure du sol, d'autres plantes sécrètent des toxines racinaires, mais il existe par contre des cultures améliorantes.
- ✓ La rotation constitue un moyen de lutte contre les mauvaises herbes, les maladies et les parasites

Tableau 5. 5:Assolement et rotation des cultures

culture		Culture après assolement
blé		blé
olive		olive
olive		olive
tomate		p.terre
pasteque		p.terre
pasteque		haricot
carotte		laitue

L'assolement se fait chaque un an.

## **Conclusion**

Notre périmètre d'étude se situe dans une zone un peu délicate en point de vue ressource en sol, dont la texture sableuse est majoritaire et la structure est généralement peu évoluée non climatique.

Ce type de sol présente des avantages comme il présente des contraintes, la mise en valeur de ces sol nécessite des aménagement au préalable.

En tenant compte de certains critères tels que les conditions climatiques, la qualité et la disponibilité des eaux et l'aptitude culturale notre choix s'est tombé sur le blé dur pour les céréales, et l'olive pour l'arboriculture et plusieurs cultures maraichères tels que la tomate, pomme de terre, et d'autres cultures qu'on a déjà cité auparavant.

L'étude hydrologique est indispensable pour toutes mise en œuvre des projets : hydro-électrique, de distribution d'eau, de protection contre les crues, drainage d'irrigation, d'assainissement, barrage, et de navigation fluviale.

L'étude hydrologique dans notre cas a pour but de déterminer les précipitations mensuelles de telle année pour pouvoir dimensionner notre réseau d'irrigation.

### II.1. Présentation de la station pluviométrique

L'analyse climatique est faite sur la base des données les plus récentes, que nous avons obtenues auprès de l'Organisme National de Météorologie (ONM). Les observations s'étalent sur une période de 35 ans (1977-2012) les coordonnées de la station sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau I.1: Coordonnées de la station météorologique d'El Bayadh.

Station	Longitude	Latitude nord	Altitude (m)	période
<b>El Bayadh</b>	<b>01° 0' EST</b>	<b>33° 44'</b>	<b>1 341</b>	<b>35 ans</b>

Source : L'Office National Météorologique (ONM)

La série des précipitations de la station de «**El Bayadh**» est donnée au tableau ci-dessous :

Tableau I.2: Répartition mensuelle et annuelle des pluies

Années	sept	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avr	mai	juin	juil	aout	P annuel
<b>1977/1978</b>	0	11,7	3,5	2,8	18,8	9,7	7	4,3	14	17	1,5	1,2	<b>167,5</b>
<b>1978/1979</b>	22,4	5,4	5,9	5,5	4,4	5,8	24,2	5,4	9,5	1,2	0	0,5	<b>234,8</b>
<b>1979/1980</b>	14,5	2,5	21,8	8,7	2	5,7	10,7	31	0	18	0	23,9	<b>281</b>
<b>1980/1981</b>	24	3	0,1	7	21,7	20,3	11,6	21,6	18,5	1,3	2,1	0,8	<b>295,8</b>
<b>1981/1982</b>	5,7	10,7	33,8	4,9	0	2,4	2,3	2,3	32,1	5	3,5	5,7	<b>209,7</b>
<b>1982/1983</b>	8,4	7	2,4	3,3	18,1	4,1	15,7	1,3	11,2	10,5	1	4,2	<b>165,9</b>
<b>1983/1984</b>	4	9,2	14,8	2,7	7,8	8,3	4,7	0,4	11,8	3,6	1,2	6,6	<b>189,7</b>
<b>1984/1985</b>	12,7	17	0,7	12,8	4,3	6,5	53,8	10,9	25,6	2,4	4,7	4	<b>344,9</b>
<b>1985/1986</b>	26,7	18,9	11,5	8,9	6,7	8,7	11,7	7,9	4,5	16,5	8,5	1,9	<b>279</b>
<b>1986/1987</b>	1,4	6,5	13,8	9	19,8	13,6	10,6	6,2	6,4	16	2	6	<b>220,4</b>

<b>Années</b>	<b>sept</b>	<b>oct</b>	<b>nov</b>	<b>dec</b>	<b>jan</b>	<b>fev</b>	<b>mars</b>	<b>avr</b>	<b>mai</b>	<b>juin</b>	<b>juil</b>	<b>aout</b>	<b>P annuel</b>
<b>1987/1988</b>	4	36,4	3,8	5,3	4,1	2,3	13,2	12,4	1,2	23,4	4	6,7	<b>237,9</b>
<b>1988/1989</b>	7,2	20,7	9,1	5,6	19,9	0,2	14,9	11,8	15,5	8,7	1,1	7,2	<b>298,9</b>
<b>1989/1990</b>	2,2	12,2	7,4	10,8	4,8	11,6	28,9	12,1	28,6	5,4	1,3	5,1	<b>312,4</b>
<b>1990/1991</b>	5,6	51,5	1,6	10	8,4	8,7	12,1	19	25,2	4,1	7,9	4,4	<b>379,3</b>
<b>1991/1992</b>	10,7	0,3	9,7	4	1,8	7,5	18,3	4,7	14,5	42,8	5,4	18,4	<b>235,3</b>
<b>1992/1993</b>	6,4	11,1	12,8	5,6	4,3	8,6	18,8	2,6	1,1	5,5	0,7	2,2	<b>157,8</b>
<b>1993/1994</b>	22,6	13,4	5,6	1,5	5,7	14,5	16,6	7,6	4,6	18,9	0,8	14	<b>306</b>
<b>1994/1995</b>	17,9	8,2	1,7	20	6,9	8,2	28,4	19	1,4	28,5	3	0,5	<b>391,8</b>
<b>1995/1996</b>	38,5	0,7	0	6,2	12,8	0,6	2,6	11	5	0	3,7	18,3	<b>276,8</b>
<b>1996/1997</b>	12,9	11,7	9,5	26	4,5	4,3	3,5	1,4	14,1	3,5	0,9	0,8	<b>252,9</b>
<b>1997/1998</b>	2,5	3,3	1,5	2,5	24,2	12,3	12,9	2,6	0	0,3	0,2	0,8	<b>175,2</b>
<b>1998/1999</b>	24,9	5,6	16,8	70,4	0	0	4,1	5,7	8,3	5,5	12,4	11	<b>164,7</b>
<b>1999/2000</b>	24,5	22,6	22,9	7,2	20,5	8,4	3,7	8,1	4,4	0,5	0,7	18,5	<b>142</b>
<b>2000/2001</b>	5	11	6	20	22	12	2	11	7	1	1	15	<b>220</b>
<b>2001/2002</b>	10	26	53	21	1	7	20	47	5	2	1	28	<b>401</b>
<b>2002/2003</b>	1,5	38,4	29,6	15	3,6	5,3	0,9	11,1	4,6	12	0,3	4,2	<b>282,5</b>
<b>2003/2004</b>	3,9	4,3	9,1	10,3	2,1	12,6	25,8	22,3	32,5	10,5	2,2	6,4	<b>258,1</b>
<b>2004/2005</b>	42,2	43,5	28,6	11,2	2,3	5,9	9,4	0,8	1,7	15,8	8,5	10,1	<b>291,5</b>
<b>2005/2006</b>	9,7	0	24,5	25,2	32,3	41,3	1,4	15,5	45,8	14,8	2,6	2,6	<b>334,1</b>
<b>2006/2007</b>	8,1	11,7	5,3	3	1,1	6,3	8,5	32,1	8,5	19,8	10,6	9,5	<b>193,2</b>
<b>2007/2008</b>	19	12,8	17	31,5	5,4	11,9	13,2	0,3	19,5	16,5	2,1	6,4	<b>241,3</b>
<b>2008/2009</b>	47,7	1	11	6,3	29,6	17,5	38,1	17,8	1,4	4,1	4,1	6,5	<b>310,2</b>
<b>2009/2010</b>	22,5	34,1	4,5	11,5	14,3	32	13	14,3	31,8	6,1	0,5	16,3	<b>311,1</b>
<b>2010/2011</b>	28,8	54,7	42,3	24,4	6,5	8,3	11,5	12,6	22,8	21,7	3,4	8,8	<b>380,7</b>
<b>2011/2012</b>	25	30,8	29	13	7,3	12,8	26,4	22,9	14,3	8,5	3	7,1	<b>200,1</b>

Années	sept	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avr	mai	juin	juil	aout	P annuel
<b>P<sub>imoy</sub></b> (mm)	<b>14.9</b> <b>4</b>	<b>15.9</b> <b>4</b>	<b>13.44</b>	<b>12.37</b>	<b>9.97</b>	<b>9.86</b>	<b>14.3</b>	<b>11.91</b>	<b>12.92</b>	<b>10.61</b>	<b>3.02</b>	<b>8.10</b>	<b>261.24</b>

Source : L'Office National Météorologique (ONM) d'EL Bayadh

## II.2. Vérification de l'homogénéisation de la série pluviométrique

En générale, l'homogénéisation des données hydrologiques est indispensable, préalablement à toute exploitation hydrologique de ces dernières, car les mesures ne sont pas menées souvent avec soin. En effet, outre que la possibilité de données défectueuses ou sujette à caution, il arrive fréquemment qu'une station pluviométrique présente des interruptions dans les relevés, rendant difficile son utilisation

Il convient dans ce cas de procéder à une vérification de l'homogénéité des données recueillies, afin d'éliminer, puis de combler les lacunes des relevés défectueuses.

On procède alors d'utiliser le Test de Wilcoxon pour tester et vérifier l'homogénéité de la série.

### Test de Wilcoxon

Ce test repose sur un procédé simple, permettant de tester l'homogénéité d'une série de données, sans qu'il fasse appel à une autre série pluviométrique homogène d'une station voisine, étalée sur la même période d'observation.

La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique d'enregistrement complet, Par le test de Mr **Wilcoxon**, repose sur le procédé ci-dessous :

\*On divise la série complète des pluies moyennes annuelles de référence 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  $N_2$  supérieure à  $N_1$ .

\*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

\*M<sup>r</sup> Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de **95%**, si la relation ci-dessous est vérifiée ;

$$W_{MIN} < W_X < W_{MAX}$$

Avec :

$$W_X = |Rang|_X$$

$W_X$  : Somme des rangs de sous-série x.

Et :

$$W_{Max} = [(N_1 + N_2 + 1) * N_1 - W_{MIN}] \quad \text{Eq 4}$$

$$W_{MIN} = \left[ \left( \frac{N_1 + N_2 + 1}{2} * N_1 - 1 \right) - 1.96 * \left( \frac{N_1 * N_2 (N_1 + N_2 + 1)^{1/2}}{12} \right) \right] \quad \text{Eq 5}$$

Le tableau ci-dessous présente le procédé de Test d'homogénéité pour la station d'El bayadh :

Tableau I.3: homogénéisation de la série

Série	Série x	Sériey	X union y	classement	Rang
167.5	167.5	379.3	142	1	Y
234.8	234.8	235.3	157,8	2	Y
281.0	281.0	157.8	164,7	3	Y
295.8	295.8	306.0	165,9	4	X
209.7	209.7	391.8	167,5	5	X
165.9	165.9	276.8	175,2	6	Y
189.7	189.7	252.9	189,7	7	X
344.9	344.9	175.2	193,2	8	Y
279.0	279.0	164.7	200,1	9	Y
220.4	220.4	142.0	209,7	10	X
237.9	237.9	220.0	220	11	Y
298.9	298.9	401.0	220,4	12	X
312.4	312.4	282.5	234,8	13	X
379.3		258.1	235,3	14	Y
235.3		291.5	237,9	15	X
157.8		334.1	241,3	16	Y
306.0		193.2	252,9	17	Y
391.8		241.3	258,1	18	Y
276.8		310.2	276,8	19	Y
252.9		311.1	279	20	X
175.2		380.7	281	21	X
164.7		200.1	282,5	22	Y
142.0			291,5	23	Y
220.0			295,8	24	X
401.0			298,9	25	X
282.5			306	26	Y
258.1			310,2	27	Y
291.5			311,1	28	Y
334.1			312,4	29	X
193.2			334,1	30	Y
241.3			344,9	31	X
310.2			379,3	32	Y
311.1			380,7	33	Y
380.7			391,8	34	Y

200.1			401	35	Y
-------	--	--	-----	----	---

$$W_x = 216 \text{ et } W_{MIN} = 192,5 \quad \text{et } W_{MAX} = 275,5$$

$$192,5 < W_x < 275,5$$

La condition est vérifiée, donc la série est homogène.

### II.3. Etude statistique des précipitations

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

- \*Loi Gauss ou loi Normale.
- \*Loi De Gibrat-Galton ou loi log-Normale.

#### II.3.1. Loi Gauss ou Loi Normale

Dans le cas de notre projet, il sera utile de connaître les variations annuelles des précipitations pour les périodes de retours de 2 ans et 5 ans, dont le but, est de calculer les besoins en eau d'irrigation.

Pour cela, nous proposons l'ajustement des séries par la loi normale, appelée souvent loi de Gauss, qui s'adapte bien avec les pluies moyennes annuelles. En effet, sa fonction de répartition est de la forme :

$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^u \text{Exp}\left(\frac{-1}{2 \cdot u^2}\right) \cdot du \quad \text{Éq 5}$$

Pour laquelle la variable réduite de Gauss est donnée par L'expression :

$$u_{p\%} = \frac{P_{p\%} - \bar{P}}{\sigma} \quad \text{Éq 6}$$

Expression dans la quelle apparaissent deux paramètres d'ajustement :

- \*  $\bar{P}$  : Précipitation annuelle moyenne.
- \*  $\sigma$  : Ecart type de la série de pluies moyennes annuelles.

Les pluies moyennes annuelles probables seront déterminées par la relation

$$P_{p\%} = \sigma \cdot u_{p\%} + \bar{P}$$

L'ajustement a été fait par logiciel **HYFRAN** et on a obtenu les résultats suivant :

$$\mu = 261.243$$

$$\sigma = 71.3214$$

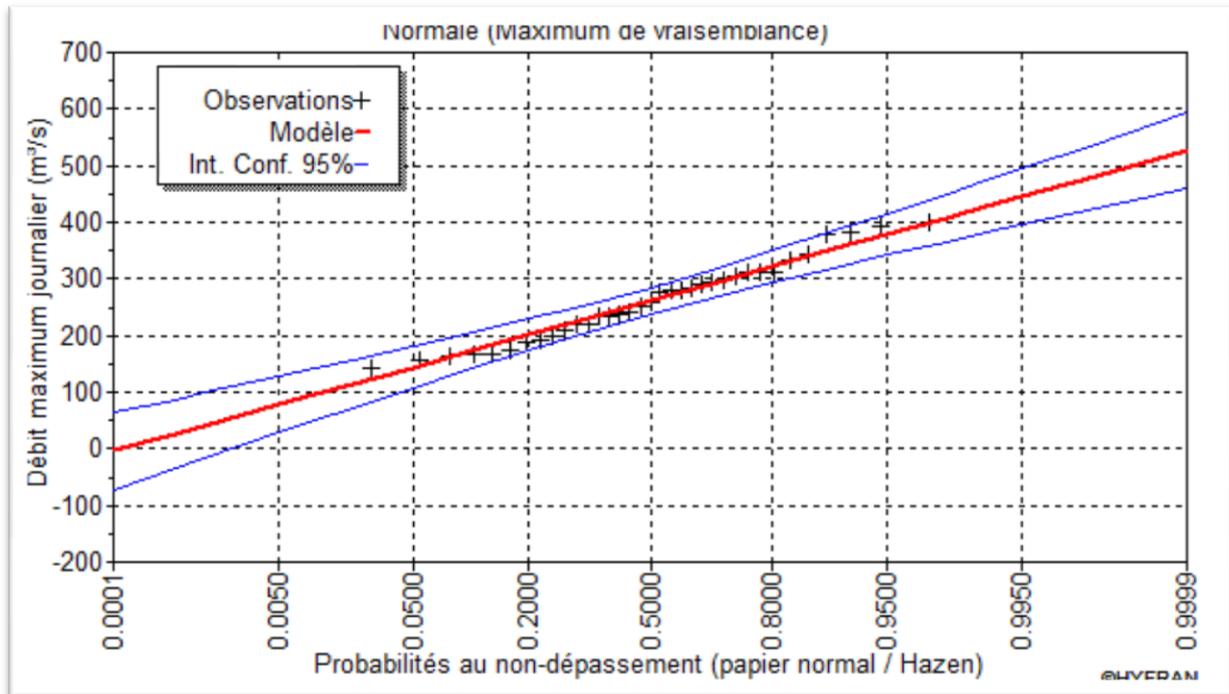


Figure II.1: Ajustement de la série pluviométrique suivant la loi normale

Avec :

- ✓ **Ecart-type** : 71.3
- ✓ **Médiane** : 258
- ✓ **Coefficient de variation (Cv)** : 0.273
- ✓ **Coefficient d'asymétrie (Cs)** : 0.225
- ✓ **Coefficient d'aplatissement (Ck)** : 2.06

Les valeurs de précipitations correspondantes aux probabilités 50% et 80% suivant la loi log normale sont :

F (50%) = 261 mm

F (80%) = 201 mm

### Test d'adéquation khi-deux

Parmi tous les tests existants, le test  $\chi^2$  du de K. PEARSON est le plus utilisé puisque il est plus pratique bien qu'il ne soit pas très puissant

La loi normale est adéquate pour une erreur  $\alpha=0.01$  si et seulement si :  $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau I.4: Test de khi-deux pour la loi normale

$\chi^2_{\text{calculé}}$	0.9305
$\chi^2_{\text{théorique}}$	1.34
Degré de liberté	5

On déduit que la loi normale est adéquate pour notre série pluviométrique.

### II.3.2. Ajustement à loi log-normale

C'est un modèle fréquentiel très souvent utilisé, Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station d'El bayadh sont citées ci-dessous avec présentation graphique sur le papier de Galton :

$$\mu=5.527$$

$$\sigma=0.282$$

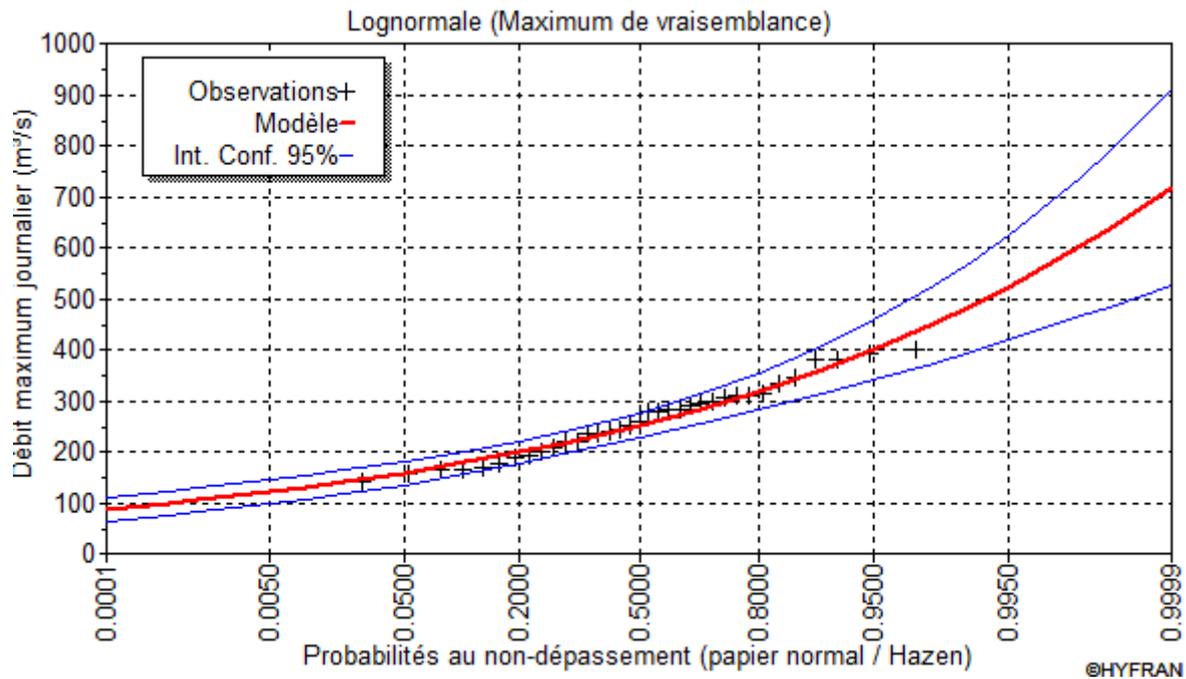


Figure II.2: Ajustement de la série pluviométrique suivant la loi log-normale

Avec :

- ✓ **Ecart-type** : 71.3
- ✓ **Médiane** : 258
- ✓ **Coefficient de variation (Cv)** : 0.273
- ✓ **Coefficient d'asymétrie (Cs)** : 0.225
- ✓ **Coefficient d'aplatissement (Ck)** : 2.06
- ✓ **F (50%)** = 251 mm
- ✓ **F (80%)** = 198 mm

#### Test d'adéquation khi-deux

La loi log-normale est adéquate pour une erreur  $\alpha=0.05$  si et seulement si :

$$\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$$

Les résultats de l'adéquation khi-deux à la loi log-normale sont dans le tableau suivant:

Tableau I.5: Test de khi-deux pour la loi normale

X <sup>2</sup> calculée	0.4159
Degrés de liberté	5
X <sup>2</sup> théorique	5

On déduit que la loi log-normale est adéquate pour notre série pluviométrique.

On remarque que l'ajustement de la série pluviométrique s'adapte pour les deux lois. Mais on voit que la loi log normale est plus fiable. (Suivant le graphique l'adéquation par la loi log normale est plus précise, l'ajustement par la loi normale a donné une allure qui commence par des valeurs négatives ce qui rend l'ajustement par la loi log normal plus fiable).

### II.3.3. Détermination d'année de calcul

L'année de calcul sert à déterminer la quantité de précipitation utilisée par la vegetation, elle est une fraction de 80% de la pluie efficace et elle calculée par la relation suivante :

$$P_{\text{isec}} = P_{\text{imoy}} \cdot \frac{P_{80}}{P_{50}} \quad \text{Éq 7}$$

$$P_{\text{isec}} = 0,78 * \frac{P_{80}}{P_{50}}$$

Dans laquelle :

$P_{\text{imoy}}$  : pluie moyenne mensuelle pour le mois i.

$P_{\text{isec}}$  : pluie mensuelle de l'année sèche pour le mois i.

$P_{50}$  : Pluie annuelle à une probabilité de dépassement de 50%.

$P_{80}$  : pluie annuelle à une probabilité de dépassement de 20%.

Tableau I.6 : Précipitations mensuelles de l'année de probabilité 80%

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Annuel
<b><math>P_{\text{imoy}}</math> (mm)</b>	14.94	15.94	13.44	12.37	9.97	9.86	14.3	11.91	12.92	10.61	3.02	8.10	261.24
<b><math>P_{\text{isec}}</math> (mm)</b>	11.50	12.27	10.35	9.52	7.67	7.59	11.01	9.17	9.95	8.17	2.32	6.23	210.15

#### **II.4. Ressources en eau d'irrigation :**

Toutes exploitations agricoles de la wilaya d'El Bayadh parmi lesquelles les concessions objet de cette étude exigent avant tout une irrigation continue du fait du caractère semi-aride à aride qui sévit dans la région. Notons a priori que seules les eaux issues de nappes souterraines sont à même de répondre aux besoins en eaux des futures concessions, les eaux superficielles à caractère aléatoire ne sont utilisées que comme appoint.

##### **Eaux souterraines :**

Avant d'aborder les possibilités de mobilisation des eaux souterraines pour l'irrigation de ce périmètre agricole, objet de la présente étude, un aperçu géologique de la région d'El Bayadh s'impose.

La région d'El Bayadh appartient à l'Atlas saharien central (Djebel Amour). Elle se présente suivant trois domaines géologiques qui sont du Nord au Sud :

- ✓ Le domaine des hautes plaines oranaises, formé de structures tabulaires, constituées essentiellement de formations continentales d'âges Miocène, Pliocène et Quaternaire ;
- ✓ Le domaine de l'Atlas saharien caractérisé par des structures plissées d'âge Mésozoïque ;
- ✓ Le domaine de la plateforme saharienne caractérisée par son assise détritique des formations continentales.

##### **Disponibilités locales :**

En effet, la commune d'Ain Orak, zone d'accueil du projet, dispose de 3 forage assurant un débit de 50 l/s, 1 puits (01 l/s) et 01 source de 10 l/s. Mais, selon les données fournies par la Direction des Ressources en Eau (DRE) de la wilaya concernant le périmètre Segouia Djedida, la formation captée est le continental intercalaire (CI).

Cette nappe constitue la plus importante ressource hydrique du pays. Avec près de 800 000 km<sup>2</sup>, le continental intercalaire (CI) est l'un des aquifères les plus étendus de la planète. L'une de ces particularités est de constituer une ressource en eau souterraine « fossile » puisque très peu alimentée avec les conditions climatiques actuelles. La nappe du continental intercalaire souvent appelée « Nappe de l'Albien » couvre les terrains dont l'âge va du Trias à l'Albien. A l'affleurement, le CI se présente sous la forme d'une succession de bancs gréseux, de sables fins et de niveaux argileux. La puissance de cet aquifère est généralement comprise entre 200 m et près de 1000 m. La recharge directe par les précipitations est quasi nulle tant la pluviométrie est très limitée. La seule contribution potentielle par les pluies est liée à l'épandage des crues au pied des reliefs de l'Atlas Saharien. Même si les premières estimations aboutissaient à des chiffres plus importants, les dernières modélisations (BNEDER/BRL/Ecole des Mines de Paris) aboutissent à une recharge actuelle du CI de l'ordre de 8,5 m<sup>3</sup>/s, donc très faible par rapport au volume stocké. L'exploitation de cette

ressource s'apparente donc à un « gisement minier » dans lequel les prélèvements sont réalisés au détriment du stock. Cela nécessite par conséquent une utilisation rationnelle des eaux mobilisées pour l'irrigation des cultures. La protection du périmètre par des brises vents, la correction torrentielle, le choix de cultures adaptées, et surtout la généralisation de systèmes d'irrigation qui permettent une grande économie d'eau (ex. goutte à goutte) constituent des préalables à toute action de mise en valeur agricole.

## **CONCLUSION**

Au cours du 2<sup>eme</sup> chapitre nous avons présenté la station météorologique d'EL Bayadh avec la mise en évidence de toutes les données de cette série de pluviométrie, suivie d'un test d'homogénéisation afin de faire un comparatif pour y confronter les résultats qui m'ont servies dans le calcul.

Cette vérification est définie sur plusieurs tableaux représentatifs des années de pluviométrie, les tests et tous les calculs y afférents en définitive, le test de validité a révélé que les deux lois utilisées (normale et log normale) étaient adéquates à l'ajustement de notre série pluviométrique, et que notre choix s'est porté graphiquement sur la loi log-normale(Galton) car elle est plus précise.

# **Chapitre /**

## **Analyse des conditions naturelles**

## Introduction

Avant tout, la réalisation d'un projet destiné au domaine de l'irrigation, exige en priorité la nécessité d'une étude minutieuse, descriptive et méthodique d'avant projet ou dite phase préliminaire du projet qui vise la connaissance parfaite de toutes les caractéristiques techniques du lieu d'affectation du projet envisagé.

### I.1 Situation géographique de la zone d'étude

Le périmètre à étudier se trouve dans la Wilaya d'el Bayadh, il est située à environ 20 km (par route), à l'est de l'agglomération chef-lieu de commune (ACL) d'Ain Orak. Cette dernière est distante d'environ 50 Km du chef-lieu de la wilaya, El Bayadh. Le périmètre est limité :

- Au nord par Oued Seguia.
- Au nord ouest et l'ouest par Oued Djerabii et oued El Khil.
- A l'Est par l'Affluent de oued Seguia.
- Au sud par Colline rocailleuse.

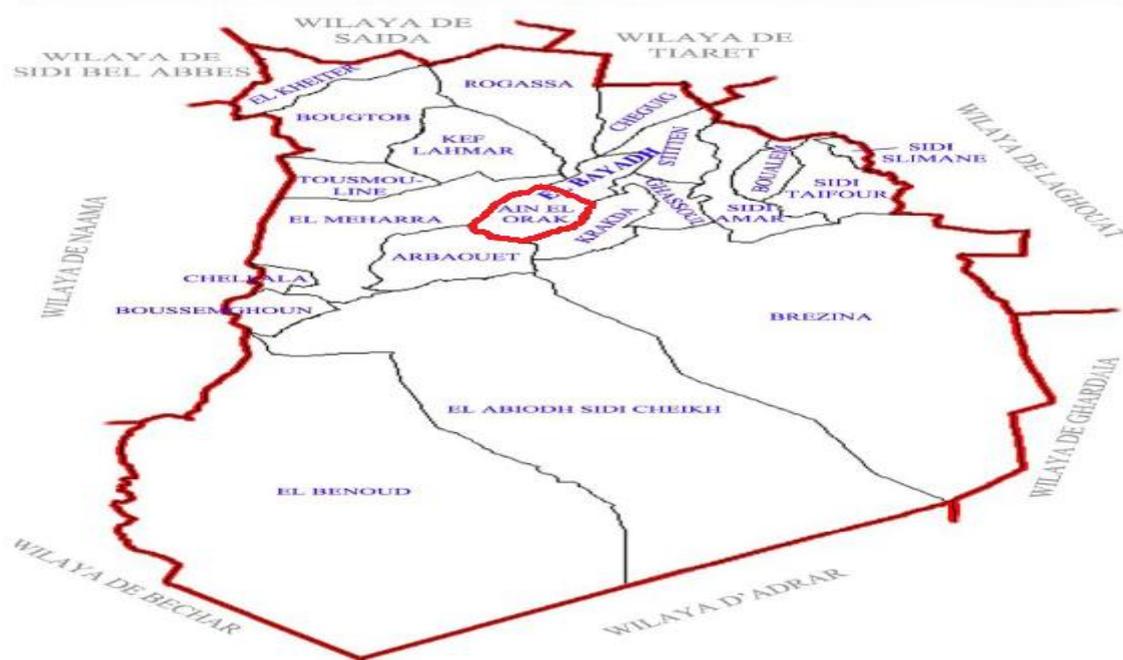


Figure 1-I: Situation de la commune d'Ain Orak dans la wilaya d'El Bayadh.

Les coordonnées de la parcelle sont :

Tableau 1.1: Localisation et coordonnées géographiques du périmètre.

Lieu-dit	Commune	Daïra	Wilaya	Superficie (ha)	Coordonnées			
					X1	X2	Y1	Y2
<b>Seguia Dédida</b>	Ain Orak	Labiadh Sidi Cheikh	El Bayadh	<b>250</b>	00°51', 14,3'' est	00°52', 14,4'' est	33°22', 42,8'' est	33°23', 30,3'' est

Source : Bureau d'étude BENDER

## I.2 L'étude climatologique

Le climat se définit comme étant l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état de l'atmosphère et de son évolution en un lieu donné.

Les principales composantes du climat sont : les précipitations, la température, le vent, l'évaporation et l'humidité relative....

En Algérie, les données hydro climatiques sont en général fournies par des organismes publics tels que : l'agence nationale des ressources hydrauliques (A.N.R.H) et l'office national de la météorologie (O.N.M).

Pour les besoins du projet, nous avons pris les données disponibles de la station climatologique de l'office national de la météorologie (O.N.M) d'El Bayadh.

### I.1.1. Pluviométrie

#### A. Pluviométrie moyenne mensuelle

Pluviométrie moyenne mensuelle sur une période d'observation de 35ans (1977 à 2012) dans la station d'El-Bayadh (la série pluviométrique est représentée à l'Annexe).

Tableau 2.2: Pluviométrie moyenne mensuelle.

mois	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avr	mai	Juin	juil	août	Année
P (mm)	14.946	15.940	13.446	12.374	9.971	9.863	14.300	12.171	12.926	10.611	3.026	8.103	261.243

Source : ANRH (service hydrologie)

#### B. Répartition annuelle de la pluviométrie :

- La moyenne annuelle des précipitations sur une série de 35 ans est de 261.243 mm
- La période la plus sèche correspond au mois de Juillet.
- La période la plus pluvieuse correspond à Octobre.

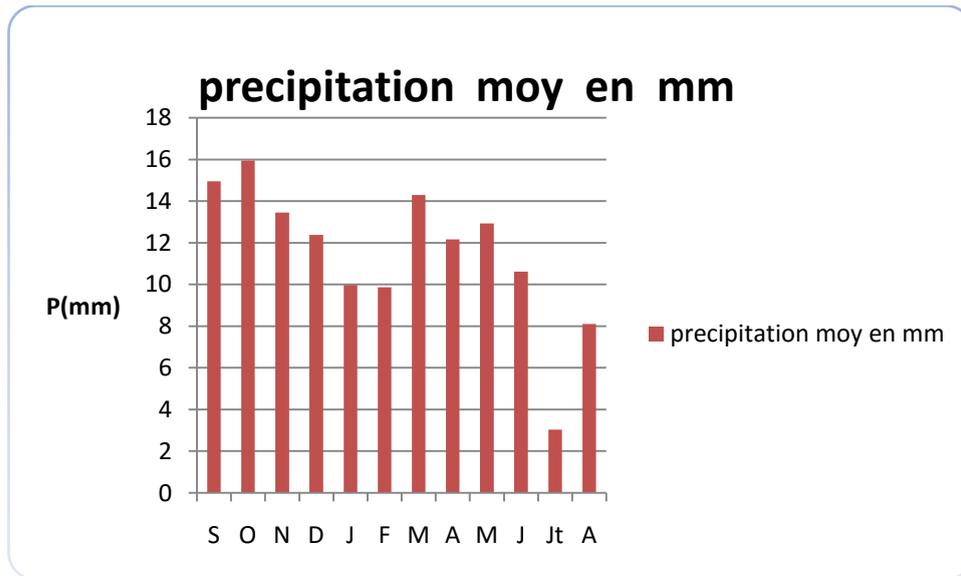


Figure 2-1 :Graphique des pluies en (mm).

### I.1.2. Température

La distribution moyenne mensuelle de la température de l'air est représentée ci-après :

Tableau 2.3: les Températures mensuelles (C°).

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	MOY
T°min(C°)	0,0	0,8	4,2	6,6	11,5	16,8	20,7	20,0	15,7	10,4	4,4	1,4	9,375
T°max(C°)	9,8	12,3	15,6	18,8	24,4	30,7	34,8	33,9	20,0	21,6	15,0	10,8	20,64
T°moy(C°)	4,7	6,3	9,7	12,7	18,0	23,9	28,0	21,7	21,6	15,9	9,5	5,6	14,8

Source A.N.R.H (service hydrologie)

Avec :

$$T_{moy} = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \quad \text{Éq 1}$$

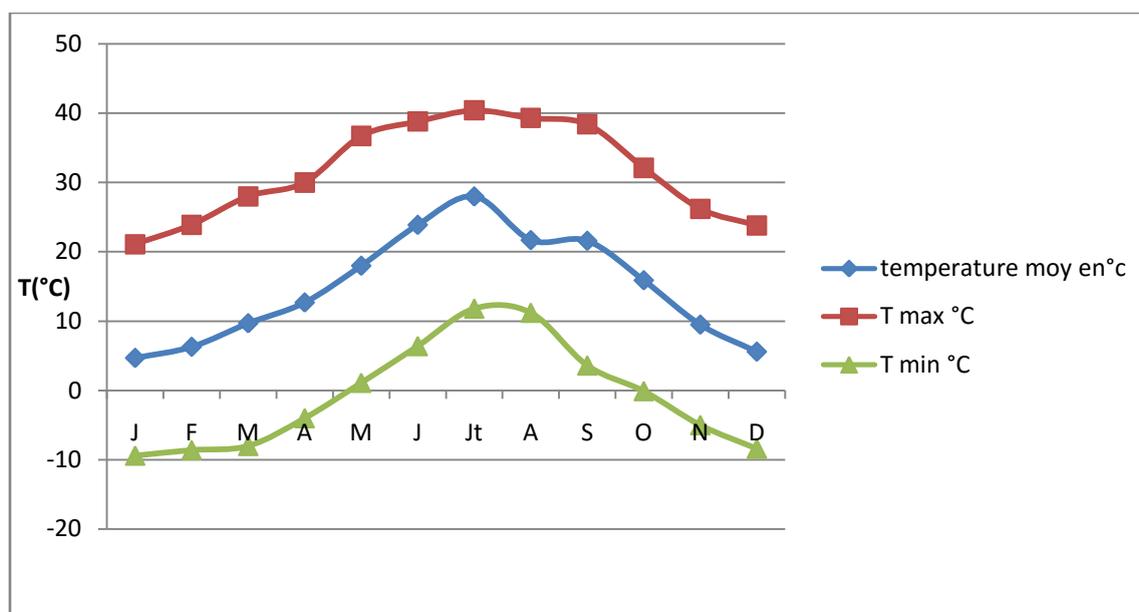


Figure 2-2: Graphique de la température moyenne mensuelle.

D'après les résultats portés au tableau précédent ; on trouve que :

- La moyenne du mois le plus froid est de 4.7C° correspondant au mois de septembre.
- La moyenne du mois le plus chaud est de 28C° correspondant au mois de Mars.
- La température moyenne annuelle est de 14.8°C.

### I.1.3. Vent

Le vent constitue un facteur écologique important à des titres divers.

- Agent de transport.
- Facteur climatique.
- Facteur mécanique.

Son action : influe à la fois sur le sol (évaporation et érosion) et sur la plante (Distribution), donc la connaissance de la direction des vents et leurs vitesses est importante.

Tableau 2.4: Vitesses moyennes mensuelles des vents (2001à2011).

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
V(m/s)	3.1	2.8	2.8	2.8	2.8	2.9	3.6	3.8	3.6	3.4	3.3	3.1

Source : ANRH

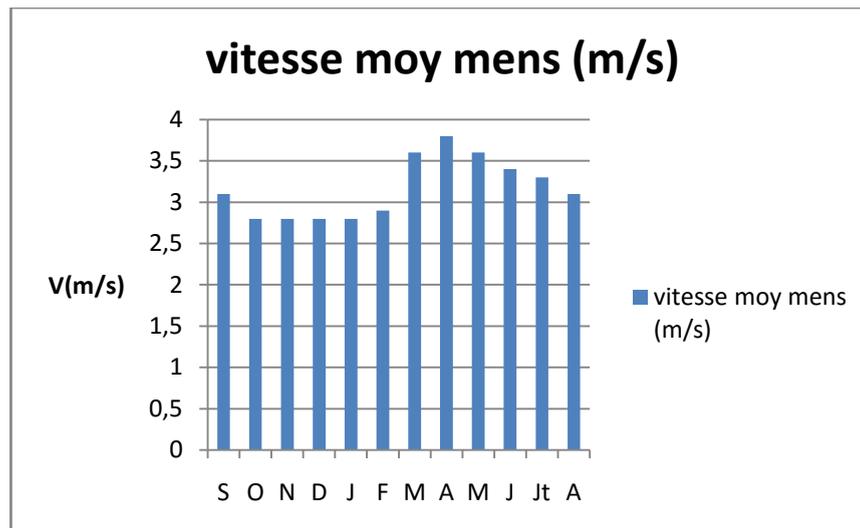


Figure 2-3: Graphique de la vitesse moyenne mensuelle du vent.

Interprétation des résultats :

- La vitesse maximale est de 3,8m/s, elle est observée au mois d'Avril.
- La vitesse minimale est de 2,8m/s, elle est observée au mois d'Octobre, Novembre, Décembre et Janvier.

#### I.1.4. Insolation

L'insolation est la période durant laquelle le soleil brille sur le sol. 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) . Il s'agit là d'un autre potentiel à intégrer dans l'utilisation des énergies renouvelables, à savoir l'énergie solaire.

Tableau 2.5: Insolutions moyennes mensuelles (2001à2011).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
Insolation (heures)	8.8	7.8	6.4	5.4	5.8	7.1	7.9	9	9.9	10.7	10.1	9.8

Source : ANRH

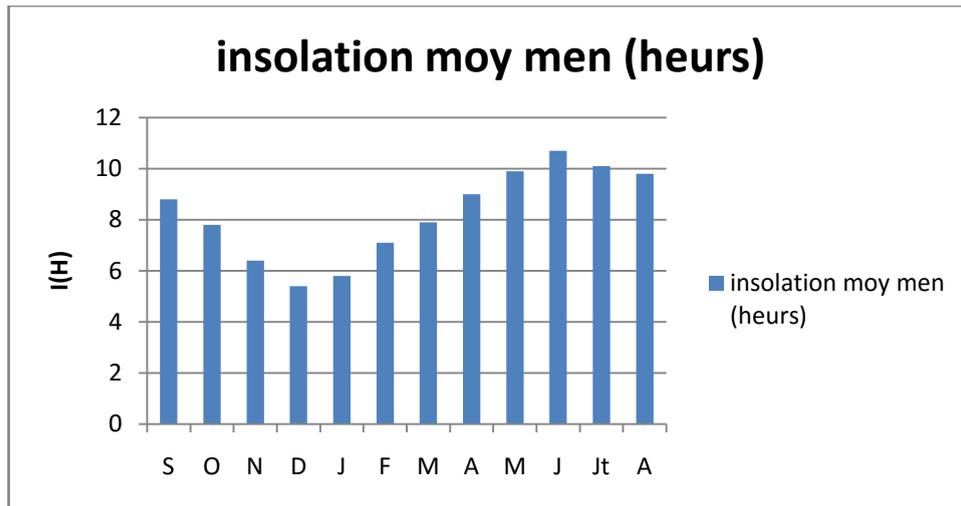


Figure 2-4: Graphique de l'insolation moyenne mensuelle.

### I.1.5. Humidité relative de l'air

L'humidité relative de l'air est un élément de cycle hydrologique qui contrôle l'évaporation du sol et le couvert végétal.

L'humidité relative moyenne mensuelle est représentée dans le tableau suivant :

Tableau 2.6: Humidités relatives moyennes mensuelles (2001à2011).

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Hr(%)	38	49	60	<b>69</b>	56	57	50	45	37	29	<b>23</b>	25	44.83

Source : ANRH

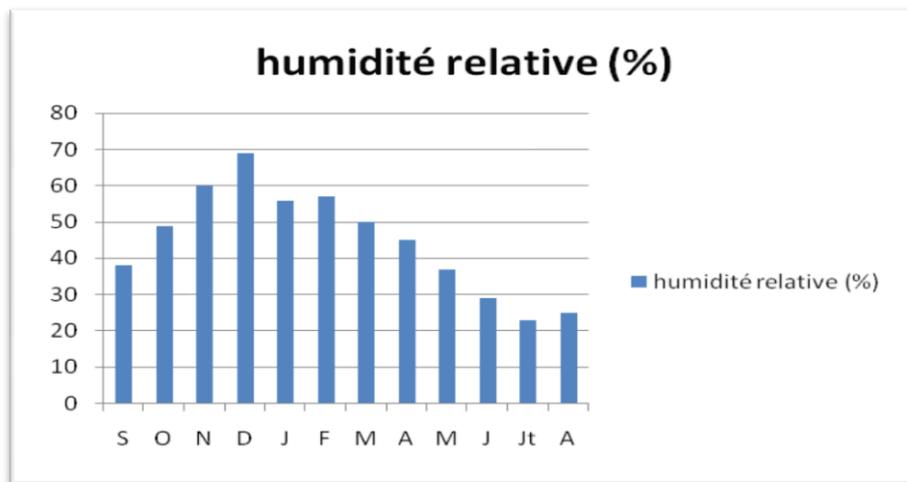


Figure I-5: Graphique de l'humidité relative moyenne mensuelle.

Interprétation des résultats :

- Le mois le plus humide est le mois de Avril avec 69%
- Le mois le moins humide est le mois de Novembre avec 23%.

### I.3 Indice climatique

#### I.3.1. Indice d'aridité de Martonne

Il permet de connaître le degré de sécheresse de la région

$$I_A = \frac{P}{T + 10} \quad \text{Éq 2}$$

Avec :

$I_A$  : indice climatique

P : précipitation moyenne annuelle (mm) T :

température moyenne annuelle (°C)

$$I_A = \frac{261.2}{14.8 + 10}$$

$$I_A = 14.10$$

Donc d'après la résultat de calcul précédant on a  $10 < I_A \leq 20$  d'où notre climat est Sec, alors l'irrigation est Souvent indispensable.

Tableau 3.7: Limite des climats d'après l'indice climatique de Martonne.

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

Bultin FAO n°24

### I.3.2. Quotient pluviométrique d'Emberger :

Il s'agit selon les principes de trace au (1905) d'exprimer la sécheresse globale d'un climat en comparant la dépense en eau (évaporation et transpiration) au gain (précipitation) par le rapport (P / E) dans la quel l'évaporation est exprimée par une fonction de la température.

Expression définitive du quotient Q :

$$Q = \frac{1000 \cdot p}{\frac{M + m}{2} \cdot (M - m)} = \frac{2 \cdot 1000 \cdot p}{M^2 - m^2} \quad \text{Éq 3}$$

Avec :

P : précipitation moyenne annuelle (mm)

M : moyenne des températures maximales (Kelvin)

m : moyenne des températures minimales (Kelvin)

$$M = 28 + 273 = 301 \text{ K}$$

$$m = 4.7 + 273 = 277.7 \text{ K}$$

$$Q = \frac{2 \cdot 1000 \cdot 261.2}{301^2 - 277.7^2} = 38,74$$

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger, on peut dire que le climat de notre région est un **climat aride** à hiver chaud.

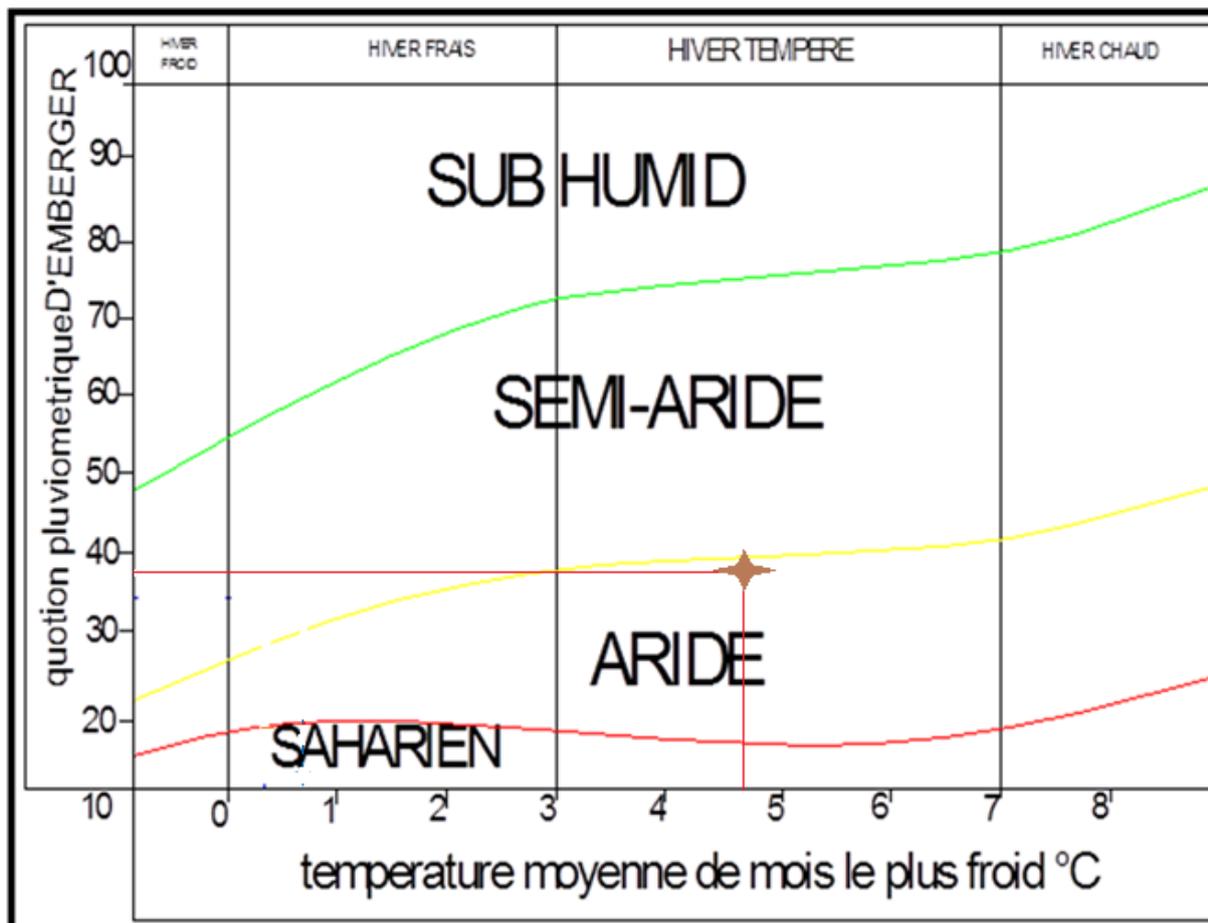


Figure 3-6:Diagramme bioclimatique d'Emberger.

### I.3.3. Climmogramme pluviométrique de BAGNOULSETGAUSSEN :

Il est établi selon la méthode mis au point par F.BANGNOULS et GAUSSEN ce diagramme nous permettra de dévaluer de saison sèche et humide, et sa position dans le temps, en faisant intervenir la pluviométrie et la température sur un même graphique. (Voir figure)

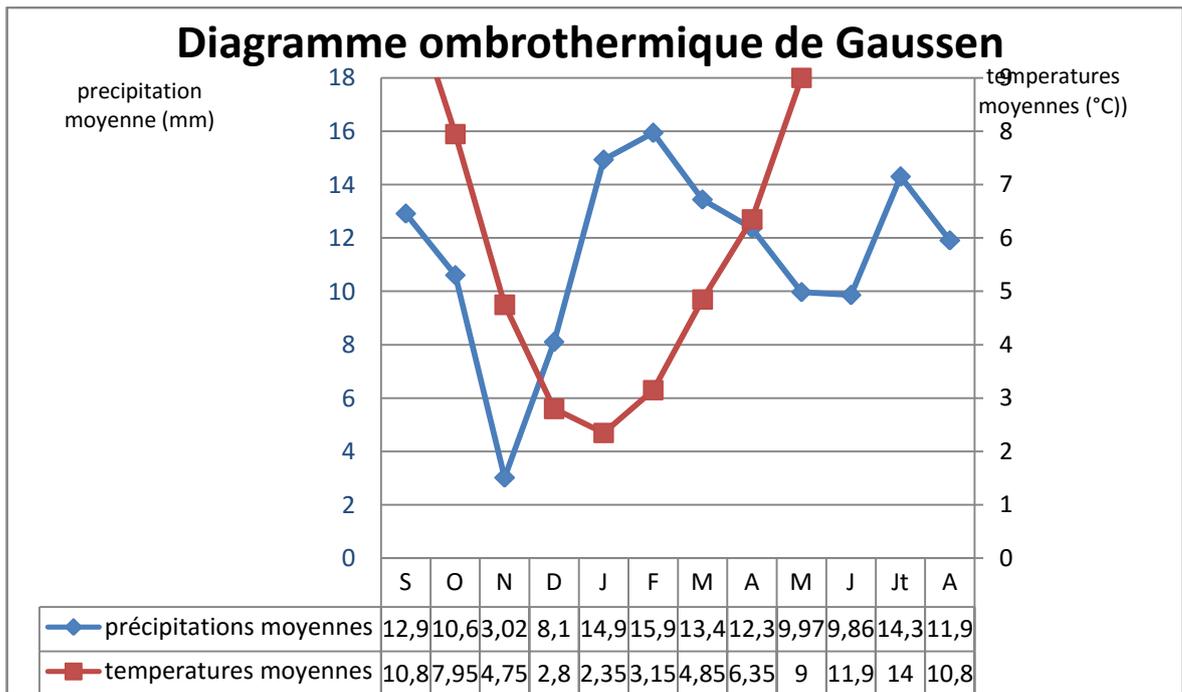


Figure 3-7: Climatogramme pluviométrique de GAUSSEN.

#### Description de graphique :

D'après le graphe on remarque les deux courbes et la surface délimitée mesure l'intensité de la saison sèche et la saison humide, la différence des abscisses nous donne la durée de la saison humide est de 5 mois allant de mois Décembre jusqu'à de mois d'Avril et la saison sèche est de 7 mois allant de mois Mai jusqu'à de mois Novembre.

#### Conclusion :

Au terme de ce chapitre nous pouvons conclure que la région d'étude est dotée d'un climat aride, caractérisé par par une sécheresse et une aridité permanente qui dure toute l'année, un manque important d'eau liquide au solde a cause des faibles précipitations, donc l'irrigation est souvent indispensable.