

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 :

**ETUDE DU PERIMETRE D'IRRIGATION DE L'OUED
RAHILCOMMUNE TARAK IBN ZIAD
(W.AIN DEFLA)**

**PRESENTE PAR :
YAHIAOUI ZOHRA**

Devant les membres du jury

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
M ^r RASSOUL Abdelaziz	M.C.B	Président
M ^{eme} AZIEZ Ouahiba	M.A.A	Membre
M ^r YAHIAOUI Samir	M.A.B	Membre
M ^r KERID Rachid	M.A.A	Membre
M ^r TARIK BENKACI	M.A.A	Promoteur

- Septembre - 2015

Dédicace

Je dédie ce mémoire à mon cœur qui batte à tous les moments et qui s'occupe de moi sans dire un mot ma mère « Leila kaàrar ».

Pour l'homme qui a fait l'impossible pour m'offrir tous les besoins pour obtenir cette place d'éducation de savoir, mon père « Yahiaoui Aissa ».

A tous qui ma allumer la lumière de ma vie (mes grand parents) Ahmed, Abd Almadjid, Khemsa, Khira.

A qui m'a donnée le flambeau de lumière ma sœur unique « Dr Yahiaoui Khawla ».

Pour l'homme qui a changé ma vie , mon fiancé « Lahlouhi Mourad ».

Au 3 rayons lumineux mes frères : Islam, Yasser, Ilyas et son belle ange princesse « Larine Roudina ».

A tous les gens qui m'accompagnent dans mon longue voyage : Wafa, Hadjar, Nafissa, Aouata, Taki 34, Pato 34, Farid, Khaoula, Lilya, Hana 05 Mohamad (Sor) et Shahinez.



Remerciements

Avant tout, un grand merci pour mon dieu qui m'a donnée ce que je veux dans ma vie .

Au terme de cette étude, je tiens à remercier mon promoteur monsieur TARIK BENKACI pour son aide appréciable, son soutien et ses conseils fructueux qui m'ont facilité la réalisation de ce travail.

Je remercie Madame Monsieur W. Aziez, Oulmi, L.S. Bahbouh, Mssahel, pour leurs Conseils, ainsi que pour leurs disponibilités à chaque fois que je les sollicite.

Enfin, mes derniers remerciements mais non les moindres s'adressent à tous le corps enseignant et le personnel de l'E.N.S.H, et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ma formation.



ملخص

إن حكمة الله في خلقه منذ زمن بعيد تجسدت في تزايد عدد السكان مما أدى الى ارتفاع إحتياجاتهم وهذا ما دفعنا الى تجسيد هذا

العمل والذي يندرج في إطار دراسة و متابعة الإستغلال للمساحة المسقية التي تقع التي ببلدية طارق ابن زياد ولاية عين الدفلى

حيث تم إنتقاء كل من التقنيتين الحديثتين الرش و التقطير لما لها من فوائد سواء على مردود الانتاج أو في إقتصاد كمية المياه المستعملة لاستغلالها في مساحات اخرى على غرار التقنيات القديمة التي تتميز بالعديد من السليبيات

و لتحقيق هذا الهدف قمنا بإنشاء شبكة من أجل إيصال كمية المياه اللازمة من المصدر الى المساحة المعنية

Résumé

L'augmentation de la population est une sagesse de dieu avec les êtres qu'il a créés depuis longtemps, c'est ce qui nous a poussé à faire ce travail classé dans le cadre de l'étude et de la poursuite d' exploitation d'une superficie arrosée, située dans la commune de Tarek Ibn Ziad wilaya de Ain Dafla, ou il fallait choisir la technique d'aspersion et de goutte à goutte à cause leurs efficacité dans l'économie de l'eau pour exploiter dans d'autres superficies.

Pour atteindre cet objectif, Nous avons conçu un réseau qui sert à transporter l'eau dont a besoin de la source vers l'endroit désigné.

Abstract

There is an increase of needs as a result of the increase of population. That is why we do this research which is interested in the study of the use of an irrigated area situated in Tarek Ibn Ziad wilaya of Ain Dafla which selected both the filter and aspersion, methods because they have a lot of advantages in economy of water.

So, to reach this aim, we established network to supply other lands with water so that corps will grow.

SOMMAIRE

Chapitre 1

I. Introduction	2
I-1 Localisation du périmètre	2
I-2 Topographie de la zone :	4
I-3 Etude socio-économique :	4
I-4 Analyse des conditions climatiques de la zone d'étude :	6
I-5 Classification du climat	10
Conclusion	14

Chapitre 2

II. Introduction	15
II-2 Levés pédologiques :	15
II-3 Classification des sols :	15
II-4 Propriétés hydrodynamiques des sols :	19
II-5 Analyse physico-chimique des sols :	19
II-6 Détermination des aptitudes culturales des sols :	21
Conclusion	22

Chapitre 3

III. Introduction	23
III-1 Caractéristiques du bassin versant de l'oued Rahil	23
III-2 Etat de la retenue et des ouvrages d'annexes :	26
III-3 Etude de la qualité de l'eau d'irrigation :	27
III-4 Hydrologie :	32
III. Conclusion	41

Chapitre 4

IV. Introduction	42
IV-1 Besoins en eau des cultures :	42
IV-2 Calcul de la pluie efficace :	46
IV-3 Occupation du sol	47
IV-4 Rotation des assolements	48
IV-5 Répartition des surfaces en fonction de l'assolement proposé	49
IV-6 Définition des besoins en eau d'irrigation nette d'une culture	51
IV-7 Besoin en eau théorique pour le modèle N°1 (Assolement I)	59
IV-8 Besoin en eau théorique pour le modèle N°2 (Assolement II)	61
IV. Conclusion	63

Chapitre V : Etude du système d'adduction

V. Introduction.....	64
V-1 Description des différents modes d'irrigation.....	64
V-2 Découpage des îlots d'irrigation.....	64
V.3. Modalités de desserte de l'eau.....	65
V.4. Tour d'arrosage à la borne.....	66
V-5 calcul des Débits des bornes.....	66
V-6 Dimensionnement hydraulique : Variantes d'aménagement.....	68
V.7. Tracé du réseau de distribution.....	69
V.8. Dimensionnement des canalisations.....	70
V-9 Détermination de la hauteur d'élévation et calcul de la HMT.....	76
V. Conclusion.....	86

Chapitre VI : Choix de la technique d'irrigation

VI. Introduction.....	87
VI-1 Techniques d'arrosage.....	87
VI-2 Irrigation de surface (par gravité).....	87
VI-3 L'irrigation par ruissellement.....	87
VI-4 l'irrigation par submersion.....	88
VI-5 Arrosage par infiltration (à la raie).....	89
VI-6 Irrigation localisée.....	90
VI.7 Irrigation par aspersion.....	93
VI-8 Choix de la technique d'arrosage.....	94
VI. Conclusion.....	96

Chapitre VII : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation

VII. Introduction.....	97
VII-1 Les différents dispositifs de l'irrigation par aspersion.....	97
VII-2 Facteurs déterminant les performances d'un arroseur par aspersion	98
VII-3 Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par Aspersion.....	99
VII-4 Dimensionnement hydraulique des rampes.....	103
VII-5 Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte.....	106
VII-6 Calculs hydrauliques.....	109
VII-7 Dimensionnement des canalisations du réseau.....	111
VII-8 Vérification des pertes de charges	112
VII-9 Calcul des diamètres de la conduite tertiaire.....	113
VII-10 Calcul de la pression d'eau à la borne de distribution.....	113
VII. Conclusion	114

Chapitre VIII: Evaluation du cout du projet

VIII. Introduction.....	116
VIII-1 Dépenses des travaux.....	116
VIII-2 Estimation du devis d'un réseau adduction.....	117
Conclusion.....	122
Bibliographie	
Annexes	

Chapitre I

Tableau N° I-1 : Coordonnées géographiques (Lambert) du périmètre d'irrigation...	2
Tableau N° I-2 : Répartition de la population par sexe et par commune.....	4
Tableau N° I-3 : répartition des terres agricoles par commune Au 31/12/2012.....	5
Tableau N° I-4 : Cordonnés de la station météorologique de Bordj Amir Khaled.....	6
Tableau N° I-5 : Moyennes des températures mensuelles.	6
Tableau N° I-6 : Répartition mensuelle de l'évaporation.	7
Tableau N° I-7 : Répartition mensuelle des précipitations.....	8
Tableau N° I-8 : Humidités Relatives moyennes mensuelles de la zone d'étude.....	9
Tableau N° I-9 : Vitesse moyenne du vent en m/s.....	9
Tableau N°I-10 : Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco.....	10
Tableau N° I-11 : Valeurs moyennes des durées d'insolation journalières (1982-2013)..	10
Tableau N° I-12 : Classification de climat selon Mr Martonne.....	11

Chapitre II

Tableau N° II-1 : L'analyse des profils au laboratoire.....	19
Tableau N° II-2 : Propriétés hydrodynamiques des sols.....	20

Chapitre III

Tableau N° III-1 : Caractéristiques physiographiques du bassin versant.	24
Tableau N° III-2 : Les caractéristiques de la retenue.....	25
Tableau N° III-3 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique..	28
Tableau N° III-4 : les Résultats Classification des eaux.....	30
Tableau N°III-5 : la répartition mensuelle des précipitations (mm).....	32
Tableau N° III-6 : Test de Wilcoxon.....	34
Tableau N°III-7 : Les résultats de la loi de Gauss.....	36
Tableau N°III-8 : Les résultats de la loi de Galton.....	38
Tableau N° III-9 : résulte de test de Khi carré.....	39
Tableau N° III-10 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.....	40

Chapitre IV

Tableau N° IV-1 : l'évapotranspiration de référence(ETR) en mm/jour.....	46
Tableau N° IV-2 : Pluies efficaces calculées.....	47
Tableau N° IV-3 : L'assolement biennal des cultures sous serres.....	49
Tableau N° IV-4 : L'assolement Triennal des cultures en plein champ en irriguées.....	49
Tableau N° IV-5 : L'assolement biennal des cultures en plein champ en sec.....	50
Tableau N° IV-6 : Répartition des cultures selon les assolements et les surfaces.....	50
Tableau N° IV -7 : Besoin en eaux des cultures.....	52
Tableau N° IV -8 : Besoin en eaux des cultures (suite).....	53
Tableau N° IV -9 : Besoin en eaux des cultures (suite).....	55
Tableau N° IV -10 : Besoin en eaux des cultures.....	56
Tableau N° IV -11 : Besoin en eaux des cultures (Arboricultures).....	58
Tableau N° IV-12 : Récapitulation des besoins en eau par cultures et par mois.....	59
Tableau N° IV-13 : volumes d'eau d'irrigation.....	60
Tableau N° IV-14 : Récapitulation des besoins en eau par cultures et par mois.....	61
Tableau N° IV-15 : volumes d'eau d'irrigation.....	62

Chapitre V

Tableau N°V-1 : caractéristiques hydrauliques des bornes.....	66
Tableau N°V-2 : les caractéristiques des ilots avec débit de la borne du secteur I.....	67
Tableau N°V-3 : Nombre d'irrigation du chaque secteur.....	68
Tableau N°V-4 : Les paramètres de perte de charge.....	71
Tableau N° V-5 : Calculs hydrauliques du réseau de distribution de la variante 1 (Secteur 1).....	72
Tableau N° V-6 : Calculs hydrauliques du réseau de distribution de la variante 1 (Secteur 1 suite).).....	73
Tableau N° V-7 : Calculs hydrauliques du réseau de distribution de la variante 1 (Secteur 2).).....	74
Tableau N° V-8 : Calcul de la hauteur manométrique (Hmt).....	77
Tableau N° V-9 : Calcul des frais d'amortissement.....	78
Tableau N° V-10 : Calcul des frais d'exploitation.	78

Tableau N° V-11 : Calcul du bilan total.	78
Tableau N°VII.12 : Variantes pour le choix du nombre de pompes.....	81
Tableau N°VII.13 : Calculs hydrauliques du réseau de distribution de la variante(2) avec pompage (Secteur 1)	82
Tableau N°VII.14 : Calculs hydrauliques du réseau de distribution de la variante(2) (Secteur 1 suite).....	83
Tableau N°VII.15 : Calculs hydrauliques du réseau de distribution de la variante (2) (Secteur 2).....	83
Tableau N° V-16 : Dimensions du réservoir de stockage.....	85

Chapitre VI

Tableau N° VI. 1 : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage.....	95
---	----

Chapitre VII

Tableau N°VII-1 : Résultat de calcul pratique d'aspersion.....	105
Tableau N°VII-2 : Calcul de Diamètre de la rampe.....	112
Tableau N°VII-3 : Calcul de Diamètre de la porte rampe.....	112
Tableau N°VII-4 : Calcul de diamètre des conduites tertiaires.....	113
Tableau N°VII-5 : résultats général.....	114

Chapitre VIII

Tableau N° VIII-1 : Fourniture et pose de canalisation.....	117
Tableau N° VIII-2 : Fourniture et pose de canalisation.	117
Tableau N° VIII-3 : Fourniture et pose de pièces spéciales.....	118
Tableau N° VIII-4 : Travaux divers.....	121

Chapitre I

Figure. N° I-1 : Situation géographique de la commune Tarik Ibn Ziad (Ain Defla.....	3
Figure N° I-2 : Carte Google du périmètre de l'oued Rahil.....	3
Figure N° I-3 : courbe des Moyennes mensuelles des températures (1972-2002).....	7
Figure N°I-4 : précipitations moyennes mensuelles (station Bordj El AmirKhaled)....	8
Figure N I-°5 : Indice d'Emberger pour le périmètre d'étude.....	12
Figure N° I-6 : Diagramme Ombrothermique de Gaussen.....	13

Chapitre III

Figure N° III-1 : bassin versant de la retenue RAHIL.....	24
Figure N° III-2 : la digue de la retenue de l'oued Rahil.....	26
Figure N° III-3 : vue de coursier et de bassin de dissipation de l'évacuateur de crue...26	
Figure N°III-4 : le diagramme de Riverside.....	30
Figure N° III-5 : Ajustement des pluies à une loi normale.....	37

Chapitre V

Figure N° V-1 : Graphe du bilan en fonction diamètre.....	79
---	----

Chapitre VI

Figure N° VI-1: a) Irrigation par bassins à flanc de coteau.....	88
Figuré N° VI-2: b) Irrigation par bassins pour arbres fruitiers.....	88
Figuré N° VI-3: Irrigation par rigole.....	89
Figure N° VI-4 : Parcelle équipée d'un système d'irrigation goutte à goutte.....	90
Figure N° VI-5 : Filtre à gravier.....	91
Figure N° VI-6 : Composantes d'un système d'irrigation localisée.....	92
Figure N° VI-7 : exemple d'une Irrigation par aspersion.....	93

Chapitre VII

Figure N° VII-1 : Exemple d'une couverture totale.....	97
Figure N° VII-2 : Exemple d'une Couverture intégrale.....	98
Figure N° VII.3 : Schéma explicatif de gouteur le plus défavorable.....	113

Chapitre VIII

Figure N° VIII-1 : Schéma d'une tranchée.....	117
---	-----

Liste des planches

Planche N°1 : Plan de situation du périmètre de l'oued Rahil w. Ain Defla.

Planche N°2 : Plan du réseau d'adduction du périmètre de l'oued Rahil w. Ain Defla.

Planche N°3 : Profils en long de la conduite d'adduction de périmètre d'irrigation Tarek Ibn Ziad w. Ain Defla

Planche N°4 : Carte pédologique du périmètre irrigation de l'oued Rahil w. Ain Defla.

Planche N°5 : Plan du réseau d'irrigation du périmètre de l'oued Rahil commune Tarek ibn Ziad w. Ain Defla.

Planche N°6 : Plan du réseau d'irrigation du périmètre de l'oued Rahil commune Tarek Ibn Ziad W. Ain Defla.

Dans les pays semi-arides, l'eau disponible pour l'agriculteur est malheureusement de plus en plus rare et coûteuse.

Le recours à l'irrigation est dans bien des cas nécessaire pour garantir le maintien d'un niveau de production suffisant dans de nombreuses régions du monde, et pour rentabiliser l'investissement consenti afin de se prémunir contre les aléas climatiques et sécuriser la production.

L'Algérie est confrontée à une agriculture toujours extensive, et une irrigation traditionnelle, qui s'est répercutée sur l'économie nationale avec comme conséquences une importation de denrées alimentaires toujours importante.

L'extension des superficies irriguées et la modernisation de l'agriculture est un des défis des pouvoirs publics, ces deux objectifs peuvent jouer un rôle déterminant dans le processus de développement économique et social d'un pays.

Un tel objectif permet d'espérer un accroissement du revenu national, une augmentation des revenus des exploitants, une création d'emplois ainsi qu'une consolidation de la sécurité alimentaire.

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce mémoire de fin d'étude. En effet le périmètre de l'oued Rahil situé dans la wilaya d'Ain Defla, est une riche entité agricole où l'on pratique une agriculture relativement classique et extensive. Cependant seule la céréaliculture prédomine et quelques cultures vivrières sont pratiquées faute d'un système d'irrigation adéquat.

La mobilisation des ressources en eau par la petite et moyenne hydraulique, telle que les retenues collinaires peut permettre la mise en place d'un système d'adduction et de distribution d'eau adéquat dans des régions montagneuses et déficitaires en eau.

Cette mobilisation permettra la réhabilitation de certains périmètres et une irrigation moderne pouvant subvenir les besoins en eau afin d'augmenter les rendements des spéculations agricoles.

Ainsi notre travail consiste à étudier l'aménagement et le dimensionnement du réseau de distribution de l'oued Rahil dans la wilaya d'Ain Defla, qui va permettre un développement et un essor pour l'irrigation et l'agriculture en Algérie.

CHAPITRE I

Analyse des conditions naturelles

I. Introduction

Avant tout projet d'irrigation, l'étude du site est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques du milieu notamment le périmètre irrigué, et les facteurs qui influent sur la conception du projet, parmi eux, nous citons : les données climatiques, ainsi que les paramètres agronomiques de la zone d'étude qui vont nous permettre de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation du réseau d'irrigation.

I-1 Localisation du périmètre :

Le périmètre d'étude est situé dans la commune de Tarek Ibn Ziyad est situé au sud de la wilaya chef-lieu de la wilaya de Ain Defla, cette commune est délimitée par :

- Au Nord par : les communes Bordj El Amir Khaled, Djamaa Ouled Cheikh.
- Au sud par : la wilaya de Tissemsilt.
- A l'Ouest par : la commune de El Hassania.
- A l'Est par : la commune de Ouled Djemaa.

Tableau N° I-1 : Coordonnées géographiques (Lambert) du périmètre d'irrigation.

Périmètre	COMMUNE	coordonnées		
		N	E	ALT
OUED RAHIL	TARIK IBN ZIAD	35°59'02.9''	002°06'36.1''	740

La figure N° I.1 nous montre la situation géographique de la commune par rapport au chef-lieu de la wilaya.



Figure. N° I-1 : Situation géographique de la commune Tarik Ibn Ziad (Ain Defla).

La figure N° I.2 est un extrait de Google EARTH, donne la position du périmètre par rapport aux terres agricole et les agglomérations avoisinantes.



Figure N° I-2: Carte Google du périmètre de l'oued Rahil. (h : 22 :54 - 2011).

I-2 Topographie de la zone :

Sur le plan topographique, la zone d'étude qui fait partie de la commune de Tarik Ibn Ziad située dans les monts de l'Ouarsenis, à 630 m d'altitude. Cette région est caractérisée par un relief composé en majorité par un terrain accidenté, entourée de montagnes, vallées, collines.

I-2-1 Hydrographie :

La zone d'étude s'étend sur terrain vallonné drainé par une multitude de cours d'eau et thalwegs, qui ont généralement un écoulement intermittent, puisque la majorité de ces cours d'eau sont à sec en période estivale.

L'oued Rahil est le principal oued qui draine le périmètre, les eaux s'accablent dans la retenue.

I-3 Etude socio-économique :

La wilaya d'Ain Defla, est une wilaya à vocation agricole recelant d'énormes potentialités sur les plans culturels et touristiques. Pour notre projet, il s'agit de faire une étude d'aménagement du périmètre de l'oued Rahil.

I-3-1 Population :

La commune de Tarik Ibn Ziad compte 10546 habitants. Le tableau suivant donne la répartition de la population par sexe et par commune au 31/12/2012.

Commune	Superficie	POPULATION AU 31/12/2012			poids par	Densité
	(km ²)	Masculin	Féminin	Total	Commune	(hab/km ²)
TARIK IBN ZIAD	406,46	5301	5245	10546	1,30%	26

Tableau N° I-2 : Répartition de la population par sexe et par commune.

Source : monographie de la wilaya d'AIN DEFLA.

I-3-2 Agriculture :

La wilaya d'AIN DEFLA couvre une superficie agricole totale (SAT) de 235611 ha soit 51.85% de la superficie totale de la wilaya. La superficie agricole utile (SAU) est de l'ordre de 181676 ha

soit **77.11%** de la SAT. Elle était de **170384 ha** en 1998 soit une augmentation absolue de **11292 ha** de 1998 à 2012

La superficie cultivée en irrigué concerne **36700 ha** en 2012, soit **20.20 %** de la SAU, alors qu'elle était de l'ordre de **22655 ha** en 1998 soit une augmentation absolue de **14045 ha**.

Les cultures sous serres restent peu développées et concernent une superficie de **165 ha** représentant **0,09%** de la SAU.

La superficie agricole utile est répartie comme suit :

- Exploitations agricoles collectives (EAC) : **1447** exploitations pour **6242** exploitants et une superficie globale de l'ordre de **41206 ha** dont une superficie exploitée de **39590 ha**.
- Exploitations agricoles individuelles (EAI) : **887** Exploitations pour une superficie globale de **5717 ha** toutes exploitées dont **2061 ha** irriguées.
- Fermes pilotes : **06** fermes pilotent pour un effectif permanent de **170** personnes et une superficie totale de l'ordre de **5277 ha** dont une superficie exploitée de **5215 ha** dont **1355 ha** irriguées.
- Exploitations privées : le nombre de propriétaires privées est de 21745 personnes pour une superficie globale de **183411 ha**. Et une superficie exploitée de **131154 ha** dont **22922 ha** irriguées.

Le tableau I.3 donne la répartition des terres agricoles au 31/12/2012

Tableau N° I-3 : répartition des terres agricoles par commune Au 31/12/2012.

Commune	SAU (%)		SAT (%)		Sup Irriguées (%)		Terres Improductives %		Jachères ha
	SAU (ha)	SAU /SAT	SAT (ha)	SAT/ ST	SI (ha)	SI/SAU	ha	TI/ST	130
TARIK IBN ZIAD	5611	79,7%	7041	17,3%	160	2,8%	1112,5	2,7%	

Note : Terres Improductives : Terres de pacages, parcours et pâturages.

I-4 Analyse des conditions climatiques de la zone d'étude :

L'étude du climat, est une étape primordiale dans les projets hydro-agricoles, puisqu'elle permet de quantifier les paramètres intervenant dans le choix des cultures et le dimensionnement des réseaux d'irrigation. Les différents éléments caractérisant le climat, sont principalement : les précipitations, la température, le vent, l'humidité relative de l'air, l'insolation.

I-4-1 Présentation de la station météorologique :

Les données climatiques illustrées ci-après sont collectées, auprès de la station Bordj Amir Khaled, géré par l'ANRH, dont le code est 011703.

Le tableau suivant donne les coordonnées géographiques de la station météorologique :

Tableau N° I-4 : Cordonnés de la station météorologique de Bordj Amir Khaled.

Nom de la station	X (km)	Y (km)	Altitude (Z) (m)	Période
Bordj Amir Khaled	455.85	313.8	750	1980-2011

Source ANRH : station Bordj Amir Khaled (1980-2011).

I-4-2 Température :

La température est un facteur climatique très important elle conditionne l'évapotranspiration des cultures, et intervient dans la germination et le développement des cultures. Pour l'étude des températures, nous nous sommes référés à la station de Miliana.

Les moyennes mensuelles et annuelles sont représentées dans le tableau ci-après :

Tableau N° I-5 : Moyennes des températures mensuelles.

Stat	T° (C)	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
Miliana	max	29	20.4	15	13	14	13	16	19	24	20	31	30.5	23.41
	min	17	13	8.8	9	5	6	7.6	9	14.8	17	21.6	20.2	12.45
	moy	23	16.7	11.9	11	9.5	9.5	11.8	14	19.4	18.5	26.3	25.6	16.3

Source : A.N.R.H.station Miliana (1972-2002).

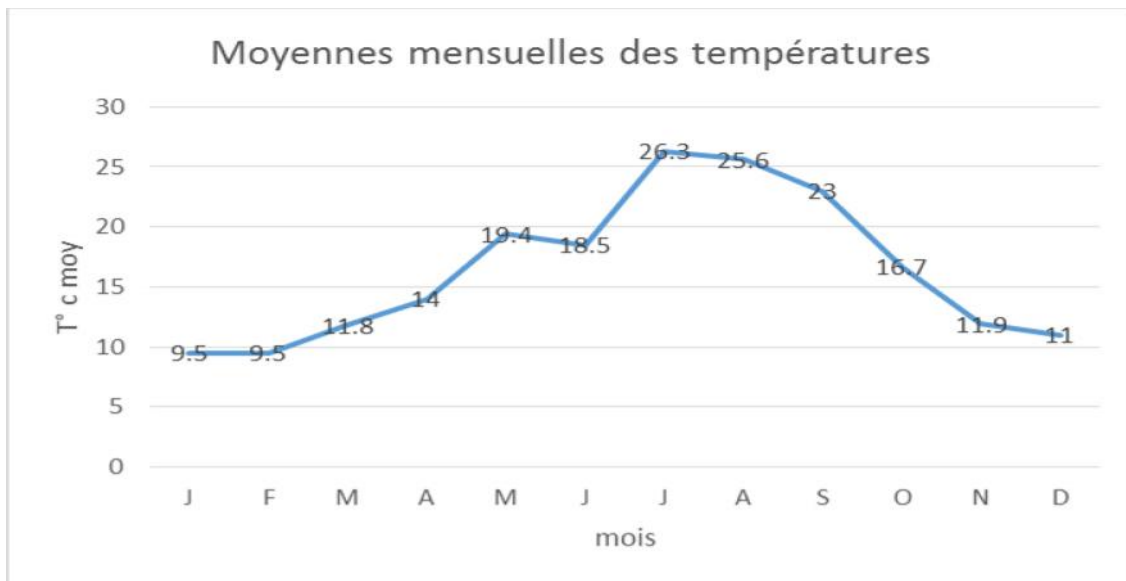


Figure N° I-3 : courbe des Moyennes mensuelles des températures (1972-2002)

D’après le tableau précédent, on remarque que les mois les plus chauds sont les mois de juillet et Aout, avec une moyenne de 30.75°C, tandis que la période froide correspond aux mois de janvier et Février.

1-4-3 Evaporation :

La notion d’évaporation est importante dans les études du bilan hydrique ou d’évaluation des ressources en eau. Elle affecte les débits à partir d’un bassin versant, le dimensionnement des réservoirs de barrages, le dimensionnement d’un réseau d’irrigation, etc.

L’évaporation est déterminée à partir de mesures faites au niveau du barrage Ghrib (Ain Defla) par le biais du bac Colorado. Les données de l’évaporation sont comme suit :

Tableau N° I-6 : Répartition mensuelle de l’évaporation.

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
Evaporation en (mm)	55,8	52,2	77,5	84	34,2	150	207,7	182,9	138	96,1	60	52,7	1191

Source : Barrage Ghrib, ANBT.

D’après le tableau I.6 l’évaporation annuelle est de 1191mm, elle atteint son maximum au mois de juillet avec une valeur de 207.7 mm et un minimum au mois de Mai avec une valeur de 34.2 mm.

I-4-4 Les précipitations (Pluviométrie) :

Les précipitations sont définies comme l'ensemble des eaux météorologiques recueillies par un bassin versant ou une surface bien déterminée.

L'étude pluviométrique présente un intérêt considérable en irrigation afin d'évaluer la lame d'eau tombée sur l'ensemble du bassin versant et de déduire le régime pluviométrique.

Le tableau suivant I.7 donne la répartition mensuelle des pluies de la station Bordj El Amir Khaled et qui compte 30 ans d'observations avec interruption de deux années (1989,1990). La pluie moyenne annuelle est de 372.23.54mm.

Tableau N° I-7 : Répartition mensuelle des précipitations.

mois	sept	octo	Novb	Dec	Janv	Fer	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Total
P (mm)	31.44	47.98	49	42.91	46.2	35.82	27.09	35.6	39.64	10.38	3.38	2.79	372.23
P %	8.4	12.9	13.2	11.5	12.4	9.6	7.3	9.6	10.6	2.8	0.9	0.7	100.0

Source ANRH.

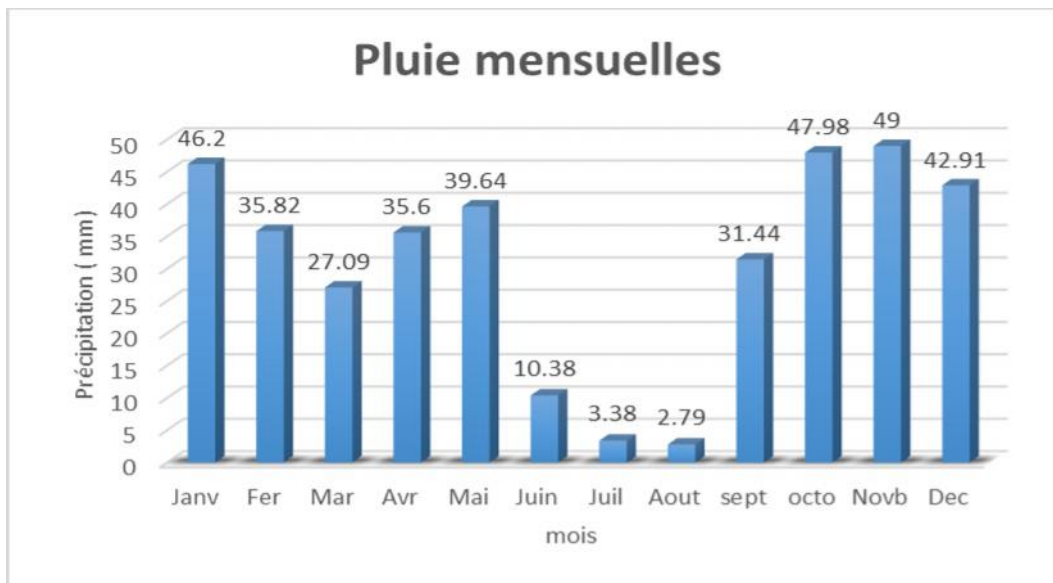


Figure N°I-4 : précipitations moyennes mensuelles (station Bordj El Amir Khaled).

La période la plus pluvieuse s'étale sur les mois de novembre jusqu'au mois avril avec un maximum de 49 mm. La période sèche correspond aux mois de juin, juillet et Août avec un minimum de 2.79 mm.

I-4-5 Humidité relative :

L’humidité relative ou état hygrométrique de l’air est un élément du cycle hydrologique qui contrôle l’évaporation du sol et la couverture végétale. Il représente un élément déterminant dans l’évapotranspiration des cultures. Les données de l’humidité relative sont présentées comme suit :

Tableau N° I-8 : Humidités Relatives moyennes mensuelles de la zone d’étude.

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août
Humidité (%)	62	64	73	82	77	72	68	62	62	57	49	50

Source (ANRH station Ain Defla)..

D’après le tableau I.8 l’humidité relative annuelle moyenne est de 64.9 %. Le mois le plus sec de l’année est Juillet avec l’humidité relative moyenne de l’air de 49 %, et le mois le plus humide est Décembre avec l’humidité relative moyenne de l’air de 82%.

I-4-6 Le vent :

Dans les projets d’irrigation, il convient de connaître la répartition mensuelle des vents, leur vitesse et leur fréquence sans pour autant négliger leur direction. Les vents représentent un facteur déterminant dans certains systèmes d’irrigation tels que l’aspersion. Les vents dominants sont ceux qui soufflent du N.E et de l’Ouest.

Tableau N° I-9 : Vitesse moyenne du vent en m/s.

mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout
V (m/s)	2.8	3.2	3.5	3.5	3.1	3.2	3.1	3	2.9	2.7	2.9	2.9

Source (ANRH. station Ain Defla).

La vitesse moyenne annuelle des vents varie de 2,7 à 3 m/s et atteint son max les mois de Novembre et Décembre avec une valeur de 3,5 m/s.

I-4-7 Le Sirocco :

C’est un vent chaud et sec qui souffle du Sahara vers le littoral. Il est très néfaste pour les végétaux car il peut provoquer le flétrissement de la plante ainsi que des chutes de rendement, donc sa connaissance est primordiale pour le choix des espèces à préconiser dans le périmètre.

Le nombre de jours de Sirocco est présenté dans le tableau suivant :

Tableau N°I-10 : Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco.

Mois	sep	oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	juil	aou	année
N. de jours	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	4.0	11

Source ONM (A. Defla).

Le nombre de jours de sirocco est en moyenne de 11 jours, il débute du mois de Mai et jusqu'au mois de Octobre. La période de pointe est observée en Aout avec 4 jours.

I-4-8 Insolation :

L'insolation dépend de la latitude, du mois de l'année, de l'exposition solaire et de la nébulosité. Les valeurs d'insolation moyennes sont présentées comme suit :

Tableau N° I-11: Valeurs moyennes des durées d'insolation journalières (1982-2013).

Mois	sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	juil	aou
Insolation heures/j	10.1	11	11.9	13.1	14	14.5	14.3	13.5	12.4	11.3	10.3	9.8

Source: ANRH Khmis Miliana.

Les valeurs moyennes mensuelles varient régulièrement pendant l'année : les valeurs les plus élevées correspondent aux mois d'été, avec comme valeur maximale 14.5 heures d'insolation par jour pour le mois de juillet, tandis que les valeurs minimales sont observées pendant le mois de décembre, avec une insolation de 9.8 heures par jour.

I-5 Classification du climat :

Pour la classification du climat, on utilise généralement les paramètres agro-météorologiques, qui reposent sur la température et la pluviométrie de la zone.

I-5-1 Indice d'aridité Martonne (IA):

L'indice d'aridité de De Martonne est un paramètre qui connaitre le degré de sécheresse de la région.

$$I_A = \frac{P}{T + 10} \dots\dots\dots [1-1]$$

Avec : I_A : indice climatique.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (°C).

Tableau N° I-12 : Classification de climat selon Mr Martonne.

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

A.N: $P=372.23$ mm/an et $T=16.3^{\circ}C$

$$I_A = \frac{372.23}{16.3 + 10} \approx 14.15$$

$I_A=14.15$, donc : $10 < I_A \leq 20$

D'où notre climat est sec, donc l'irrigation est souvent indispensable.

I-5-2 Quotient pluviométrique d'Emberger :

Cet indice a pour but la détermination de l'étage bioclimatique. Il est déterminé par la formule d'Emberger :

$$Q = \frac{P}{M^2 - m^2} \dots\dots\dots [1.2]$$

Avec : Q : coefficient pluviométrique d'Emberger.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

M : moyenne des températures maximales (Kelvin).

m : moyenne des températures minimales (Kelvin).

On a: $P = 372.23 \text{ mm}$ $M = 30.5^{\circ}\text{C}$ $m = 5^{\circ}\text{C}$

A.N: **Q = 32.43**

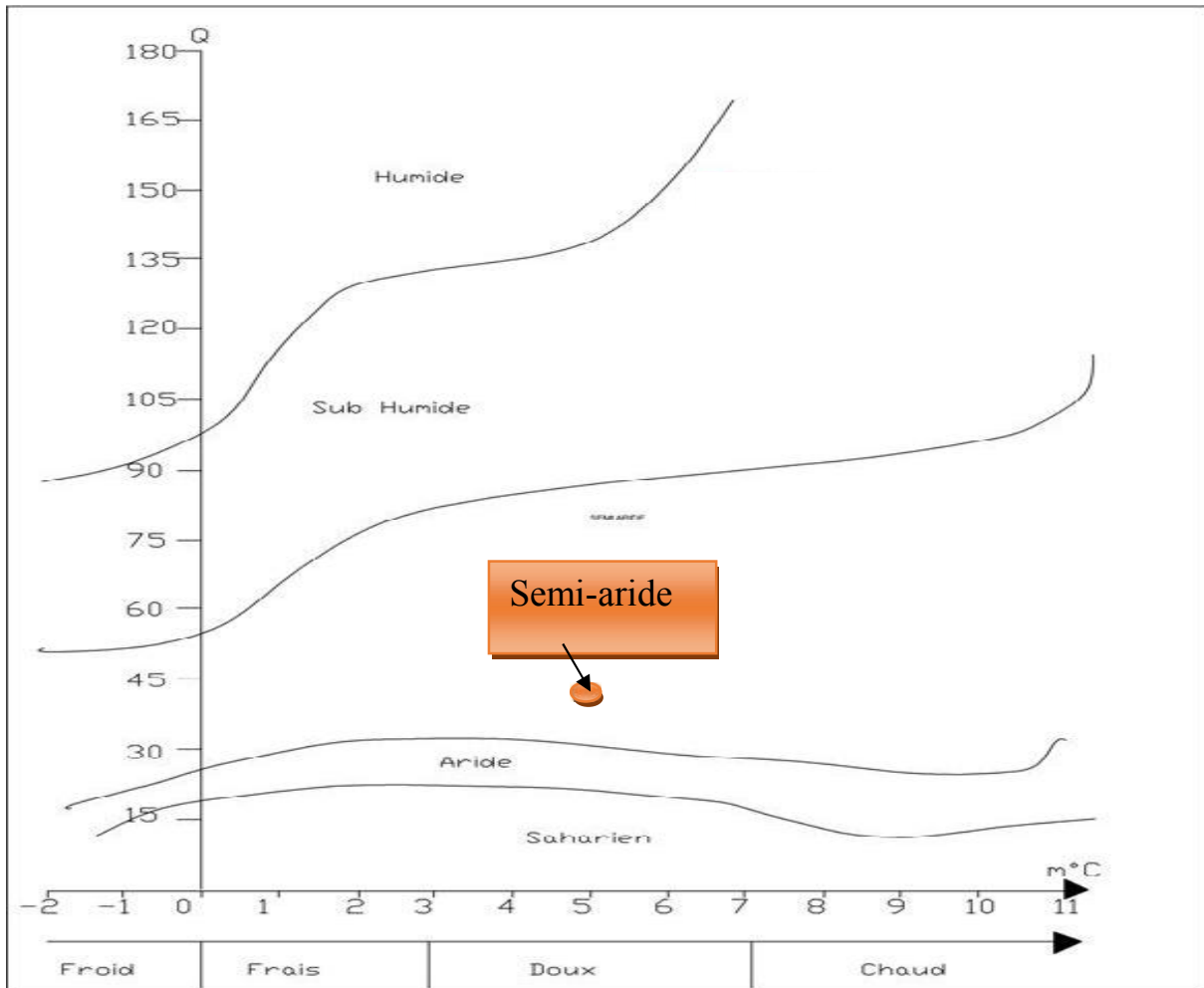


Figure N I-05 : Indice d'Emberger pour le périmètre d'étude.

D'après le diagramme, nous constatons que la zone d'étude se situe dans la zone Semi-aride.

I-5-3 Diagramme Ombrothermique de Gaussen :

Le diagramme Ombrothermique de F.Bagnouls et H.Gaussen permet de faire ressortir la période sèche au cours de l'année. Ainsi Bagnouls et Gaussen considèrent un mois sec quand le total des précipitations exprimées en (mm) est égal ou inférieur au double de la température

exprimée en °C ($P \leq 2T$), c'est-à-dire quand la courbe des précipitations passe en dessous de celle des températures. La période s'étalant entre les abscisses des points de l'intersection des deux courbes correspond à la durée de la saison sèche.

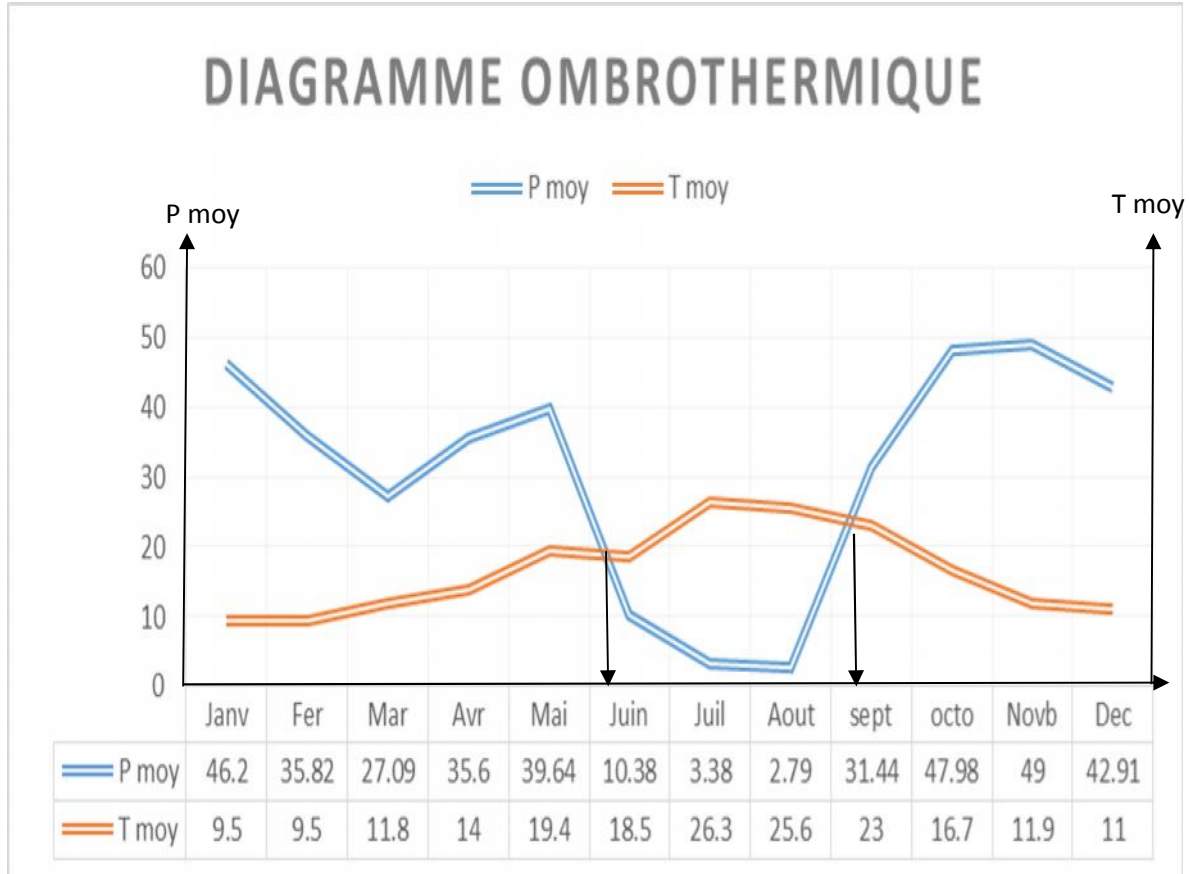


Figure N° I-6 : Diagramme Ombrothérique de Gaussen.

Interprétation : D'après ce diagramme, nous remarquons que la période sèche s'étale commence au milieu du mois de juin jusqu'au début de la fin du mois de septembre.

I. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons étudié les conditions naturelles de la zone d'étude qui nous ont amenés aux conclusions suivantes :

La zone d'étude concerne le périmètre d'irrigation de l'oued Rahil, présente des potentialités agricoles importantes, avec une pluviométrie annuelle de 372.23 mm.

Les paramètres climatiques et agro-météorologiques indiquent que la zone d'étude est relativement semi-aride. L'introduction de l'irrigation est donc indispensable pour un développement des cultures et une intensification de l'agriculture dans cette zone rurale.

CHAPITRE II

Etude agro-pédologique

II. Introduction

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

L'étude agro-pédologique du périmètre de l'oued Oued Rahil a été établie suivant les analyses faites sur le terrain, et a pour but d'identifier les types de sols et définir les aménagements qui s'imposent pour une valorisation judicieuse.

II-2 Levés pédologiques :

Ces levés ont été réalisés par le biais de profils creusés mécaniquement et par l'observation des coupes naturelles existantes. La profondeur des profils creusés dépasse généralement 1.5 m avec une largeur moyenne de 1.5 m.

Les profils ont été creusés, selon une distribution systématique tout en tenant compte de la physionomie du terrain, et la surface totale du périmètre.

II-3 Classification des sols :

Les types de sols rencontrés dans le périmètre sont les sols minéraux bruts (en particulier les lithosols), les sols peu évolués d'apports alluviaux issues de formations indifférenciées à tendance bruns calcaires, modales et à horizon de profondeur mal drainant et des sols peu évolués d'apports colluviales issues de formations indifférenciées modales.

Les caractères spécifiques prédominants dans la zone d'étude et qui influent d'une manière restrictive l'aptitude des sols sont la profondeur, le calcaire, la structure et la texture.

-Les sols étudiés se répartissent en:

II-3-1 Classe : sols des minéraux bruts :

Ces sols résultent essentiellement de l'érosion intense qui se produit sur les pentes trop fortes, mettant ainsi la roche mère plus ou moins démantelée avec apparition de roches et blocs. Ils présentent donc un horizon de très faible épaisseur (5 cm maximum) provenant de colluvionnement sur les croutes, imperméable aux racines. On rencontre les lithosols électivement dans les ravines créées par le passage des thalwegs charriage qui se jettent dans l'oued Rahil.

II-3-2 Sols peu évolués d'origine non climatique d'apport alluvial :

1 Sols à tendance brun calcaire : Ce sont des sols peu profonds (de 70 à 90cm de profondeur), leur structure est particulière en surface et polyédrique fine dans les horizons sous

adjacents et la texture devient plus grossière, avec la présence de gravier et même de cailloux en profondeur.

Au point de vue chimique, ces sols sont pauvres en matière organique dont le taux est inférieur à 2%, et qui décroît en profondeur, et un rapport C/N inférieur à 10 qui varie dans le sens inverse du taux de la matière organique. Ces sols sont caractérisés par un taux de calcaire total relativement élevé.

Profil N° 1

Classification :

- **Classe : sols peu évolués**
- **Sous classe : sols peu évolués d'origine non climatique**
- **Groupe : sols peu évolués d'apport**
- **Sous-groupe : sols peu évolués d'apport alluvial**
 - **Famille : sols issue de formations alluviales indifférenciées**
 - **Situation : sud du périmètre.**
 - **Topographie : pente.**
 - **Pente : 5% vers à l'est**
 - **Géomorphologie : terrasse.**
 - **Occupation du sol : céréalicultures**

Description :

0– 20 cm : de couleur à l'état sec rouge brun claire; de texture Limono sableuse, structure particulière, enracinement abondant de céréales, nodules de calcaire, horizon poreux, peu compact, effervescence à l'HCl moyennement forte ;

20 – 70 cm : couleur à l'état sec rouge brun claire; texture sablo-limoneuse, structure polyédrique fine, faible enracinement de céréales, nodules de calcaire, horizon poreux, plus compact que l'horizon superficielle avec la présence de gravier, effervescence H Cl moyenne.

> À 70 cm : horizon graveleux de schistes, de texture argilo-sableuse avec la présence de cailloux et de blocs, de couleur brun claire à l'état sec, structure polyédrique fine, horizon poreux, compact. L'effervescence à l'HCl est faible.

2 Sols issues de formations alluviales indifférenciées modales :

Ces sols se localisent en pentes de 2 à 5% dans la partie sud est de la zone d'étude; Ce sont des sols développés sur les alluvions récentes des ravins qui déversent dans l'oued Rahil.

Caractères analytiques de cette catégorie de sols :

Ce sont des sols profonds (plus de 120cm de profondeur), leur structure est polyédrique moyenne dans le profil, la texture est limoneuse et devient plus grossière en profondeur.

Du point de vue chimique, ces sols sont pauvres en matière organique, avec un taux inférieur à 2%, le taux de calcaire total est relativement élevé.

Profil N° 2

- **Classification :**
- **Classe : sols peu évolués**
- **Sous classe : sols peu évolués d'origine non climatique**
- **Groupe : sols peu évolués d'apport**
- **Sous-groupe : sols peu évolués d'apport alluvial**
- **Famille : sols issue de formations alluviales indifférenciées**
- **Série : Sols modale**
- **Topographie : pente faible.**
- **Pente : 2% vers le nord**
- **Géomorphologie : terrasse des ravinelements déversant dans l'oued**
- **Occupation du sol : céréalicultures**

Description :

0 – 20 cm : Couleur à l'état sec rouge brin foncé; de texture limono-argileuse, structure polyédrique moyenne, enracinement abondant de céréales, quelques nodules de calcaire, présence de gravier et quelques cailloux, horizon poreux et friable, effervescence à l'HCl moyennement forte;

20 – 40 cm : Couleur à l'état sec rouge brun claire; texture limono sableuse, structure polyédrique moyenne, faible enracinement de céréales, horizon poreux, peu compact que l'horizon superficielle avec la présence de gravier et cailloux, effervescence au HCl moyenne;

40 – 120 cm : couleur à l'état sec Brun noir; texture Sablo argileuse, structure polyédrique moyenne, horizon poreux, peu compact avec la présence de gravier et cailloux plus abondant que dans le deuxième horizon, l'effervescence à l'HCl est faible.

II-3-3 Sols peu évolués d'origine non climatique d'apport colluvial :

Ces sols sont, se localisent sur les terrasses le long de l'oued Rahil en pentes douces de 1 à 3 % de la zone d'étude;

Ce sont des sols qui proviennent des colluvions des oueds de texture variable, marqués par un horizon de surface de texture limoneuse.

Caractères analytiques de cette catégorie de sols :

Ces sols sont développés sur les colluvions récentes des oueds, présentent une faible porosité, et ils sont compactes le long du profil;

Du point de vue chimique, ces sols sont pauvres en matière organique et une teneur en calcaire total très variable.

La couleur générale de ces sols est rouge brun, de textures limoneuse dans tout le profil, une structure polyédrique fine.

- Au point de vue chimique, ces sols sont pauvres en matière organique dont le taux est inférieur à 2% un rapport C/N avoisinant la valeur de 10 et une teneur en calcaire total très variable.

PROFIL: 3

- **Classification :**
 - **Classe :** sols peu évolués.
 - **Sous classe :** sols peu évolués d'origine non climatique.
 - **Groupe :** sols peu évolués d'apport.
 - **Sous-groupe :** sols peu évolués d'apport colluvial.
 - **Famille :** sols issue de formations d'origine colluviale.
 - **Série :** Sols modale.
 - **Situation :** centre du périmètre.
 - **Topographie :** pente douce.
 - **Pente :** 2% vers l'est.
 - **Géomorphologie :** terrasse de l'oued RAHIL.
 - **Occupation du sol :** cultures maraichères.
- **Description :**
 - 0 – 40 cm : couleur à l'état sec rouge brun clair, texture argilo limoneuse, structure Polyédrique fine, enracinement abondant, taches de calcaire, quelques fentes de retraits, faible porosité, compact, Très forte effervescence à l'HCl ;
 - 40 – 90 cm : couleur à l'état sec rouge brun foncé ; texture argileuse, structure Polyédrique fine, Faible enracinement, quelques fentes de retraits, quelques nodules de

calcaire, porosité moyenne, horizon compact plus que l'horizon superficielle, faible effervescence à l'H Cl ;

- 90 – 180 cm : couleur à l'état sec Brun foncé ; texture sablo limono argileuse, structure polyédrique fine, Traces d'hydromorphie, porosité moyenne, horizon compact, et l'effervescence l'H Cl est moyenne. horizon poreux, graveleux et caillouteux à structure polyédrique fine et l'effervescence H Cl est faible.

II-4 Propriétés hydrodynamiques des sols :

Un sol se caractérise par un certain nombre de paramètres physiques mesurables, qui interviennent dans les projets d'irrigation.

La texture

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

II-5 Analyse physico-chimique des sols :

L'analyse physico-chimique faite au laboratoire nous a permis de mieux apprécier les propriétés en particulier texturales et hydrodynamiques de notre sol. Les analyses physico-chimiques des sols sont résumées dans le tableau II.1 :

Tableau N° II-1 : L'analyse des profils au laboratoire.

Horizons		H1	H2	H3
Profondeur de prélèvement des échantillons (cm)		0-35	35-80	80-120
Granulométrie	Argile %	35,20	32,50	30,60
	Limon fin %	18,25	18,20	20.10
	Limon grossier %	9.50	12.45	11.36
	Sable fin %	20.60	18.20	26.89
	Sable grossier %	16.45	18.65	10.96
Matière organique	Matière organique %	1,45	0,56	0,39
	Carbone C ‰	8,55	3,3	2,3
	Azote N ‰	0,74	0,63	0,67
	C/N	11,56	5,23	3,43

Réserve minérales	CaCO ₃ TOTAL %	12,04	22,8	21,5
	CaCO ₃ ACTIF %	2 393	2 184	2 315
	P ₂ O ₅ ASSIMIL	28,95	30,44	31,45
	P ₂ O ₅ TOTAL ‰	39,45	39,46	34,75
	K ₂ O ASSIMIL en méq /100 g	28,95	30,44	31,45
	K ₂ O TOTAL ‰	39,45	39,46	34,75
	GYPSE TOTAL %			
Complexe absorbant	Ca ⁺⁺ en méq /100 g	22,5	16,5	16,5
	Mg ⁺⁺ en méq /100 g	4,17	5,11	5,21
	K ⁺ en méq /100 g	1,13	0,36	0,47
	Na ⁺ en méq /100 g	1,52	2,04	1,39
Solution du sol	pH Eau	7.3	7.4	7.5
	C.E. mmhos/cm	0,1	0,05	0,11

Source : ENHYD.

Interprétations des résultats :

Le sol est de texture argileux-limoneuse à limoneux-argileuse, avec une bonne teneur en matières organiques, ne présente pas de risque salin. Cependant, le taux de calcaire est parfois élevé. Les capacités de rétention en eau des sols sont bonnes 25 à 30%. Les vitesses d'infiltration sont variables suivant le type de structure qui caractérise chaque sol.

La perméabilité du sol est définie par sa vitesse d'infiltration qui est la vitesse apparente de l'eau s'écoulant à travers un sol saturé, sous une pente motrice égale à l'unité c'est les coefficients K de la loi de Darcy. La perméabilité est déterminée au laboratoire selon la méthode Henin.

La densité apparente (da) :

C'est le rapport entre le poids d'un volume donné du sol séché à l'étuve, et le poids d'un égal volume humide. D'après les analyses des profils, la densité apparente de notre sol est de l'ordre de 1,35.

Tableau N° II-2: Propriétés hydrodynamiques des sols.

Texture	Argileux-limoneux
Capacité au champ (%)	27%
Point de flétrissement (%)	17%
Vitesse de perméabilité (mm/h)	7mm/h
Densité apparente	1,2

II-6 Détermination des aptitudes culturales des sols :

Les critères de détermination des aptitudes culturales reposent essentiellement sur les caractères morphologiques des sols (profondeur essentiellement) et leur position topographique sans tenir compte de la ressource en eau. Ainsi la détermination est établie en considérant que l'on dispose d'une eau d'irrigation de bonne qualité. (Voir annexe 1)

A - Arboriculture :

De façon générale, les sols présentent de bonnes aptitudes pour les espèces : les agrumes, l'olivier, l'amandier, le figuier, ou l'abricotier. Certains sols présentent des aptitudes moyennes pour l'arboriculture fruitière irriguée tels que le pommier, poirier et la vigne.

B - Cultures industrielles :

Les cultures industrielles peuvent être introduites dans le périmètre étudié, en particulier la tomate industrielle et la betterave sucrière, dont les sols présentent de bonnes aptitudes culturales.

C - Cultures céréalières et fourragères :

Leur irrigation permet une augmentation très sensible de leurs rendements et les rend donc beaucoup moins aléatoires, car, en sec, elles dépendent que des précipitations qui sont mal réparties dans le temps et parfois insuffisantes.

Les cultures fourragères deviennent possibles en irrigué, à introduire dans la région, car elles permettent de développer l'élevage (vocation de la région) et leurs résidus végétaux constitueront des amendements qui contribueront à l'amélioration de la majorité des sols à texture fine et très fine et de structure défavorable.

Les sols présentent de bonnes aptitudes à moyennes pour les cultures suivantes :

La luzerne, le bersim, le Sorgho, le maïs, le blé et l'orge.

D - Cultures maraichères :

Cette liste concerne les cultures en extension ; la culture sous serres comme pratiquée dans la région peut avoir des aptitudes meilleures qui dépendent de la qualité du sol apporté et de la conduite de la spéculation. Les sols ne présentent aucune restrictions pour les cultures telles que : la tomate, la pomme de terre. La carotte, le navet, le chou-fleur, les cucurbitacées, le piment, le poivron, l'ognon et l'ail.

E - Légumineuses :

Leur irrigation permet une augmentation de rendements, car elles permettent l'enrichissement des sols en azote, l'améliorent de la structure du sol et de développer l'élevage (vocation de la région) et leurs résidus végétaux constitueront des amendements qui contribueront à l'amélioration des sols à texture fine et de structure défavorable.

II. Conclusion

Ce chapitre a été consacré à l'analyse agro-pédologique de la zone d'étude. Les analyses physico-chimiques des sols ont mis en évidence des propriétés adéquates pour toute mise en valeur de ce périmètre.

L'étude agro pédologique du périmètre de l'oued Rahil, dans la commune de Tarik Ibn Ziad dans la wilaya de Ain Defla réalisée à l'échelle du 1/20 000^{ème} a pour but d'identifier les types de sols et définir les aménagements qui s'imposent pour une valorisation judicieuse.

Cette prospection pédologique, qui a porté sur une superficie d'environ 143 ha a fait ressortir différentes classes présentant de bonnes aptitudes culturales.

De façon générale les sols présentent de bonnes aptitudes culturales à diverses spéculations agricoles les plus cultivées dans la région, ce qui constitue un avantage agronomique.

L'aménagement de la partie avale de la retenue collinaire de l'oued Rahil est donc faisable, il permettra le développement de l'agriculture dans les vallées de cet oued.

CHAPITRE III

Etude des ressources en Eau

III. Introduction

La concrétisation d'un projet d'irrigation d'un grand périmètre tel que le plateau de Rahil nécessite la mobilisation de ressources en eau importantes, car l'aménagement agricole d'un périmètre est tributaire de l'existence de ressources en eau disponibles et suffisantes pour le développement de toutes les agiotages cultivées dans ce périmètre.

Le but principal de ce chapitre est de déterminer les caractéristiques des ressources en eau (retenues, forages, etc.) et de la qualité de l'eau d'irrigation, ainsi que les caractéristiques statistiques des pluies de fréquence données qui vont nous permettre de chiffrer les besoins en eau des cultures.

III-1 Caractéristiques du bassin versant de l'oued Rahil :

Le bassin versant de l'oued Rahil fait partie du grand bassin versant du Ain Defla il est de forme vallonné.

L'oued Rahil longe la route nationale N14 qui mène vers la commune Tarek Ben ziad. Son réseau hydrographique est constitué d'un cours d'eau principal, à savoir l'oued du même nom et de plusieurs oueds et chalets qui se jettent dans ce dernier.

Ses coordonnées au système Lambert sont :

$$X= 455.85$$

$$Y= 313.8$$

III-1-1 Situation hydrologique :

L'étude hydrologique a pour but de déterminer les caractéristiques hydrologiques principales du bassin versant de la crête jusqu'à l'exutoire ces caractéristiques sont :

- Débit et volume maximale des crues.
- Apports liquides.
- Apports solides.
- **Les caractéristiques hydrologiques du bassin :**

Les caractéristiques sont énumérées dans le tableau suivant :

Tableau N° III-1 : Caractéristiques physiographiques du bassin versant.

Désignation		Symbole	Unités	valeur
Superficie		S	Km ²	5.3
Périmètre		P	Km	4.5
Longueur du thalweg		L	Km	2.24
Indice de compacité		K _c		0.55
Altitudes	Maximale	H _{max}	M	920
	Moyenne	H _{moy}	M	780
	Médiane	H _{med}	M	789
	Minimale	H _{min}	m	700
Indice de pente moyenne		I _m	m/Km	0.023
Débit moyen		Q ₀	l/s	13.6
Débits spécifique		Q _s	l/s/Km ²	2.54
Débit de crue		Q _{p100}	m ³ /s	40.2

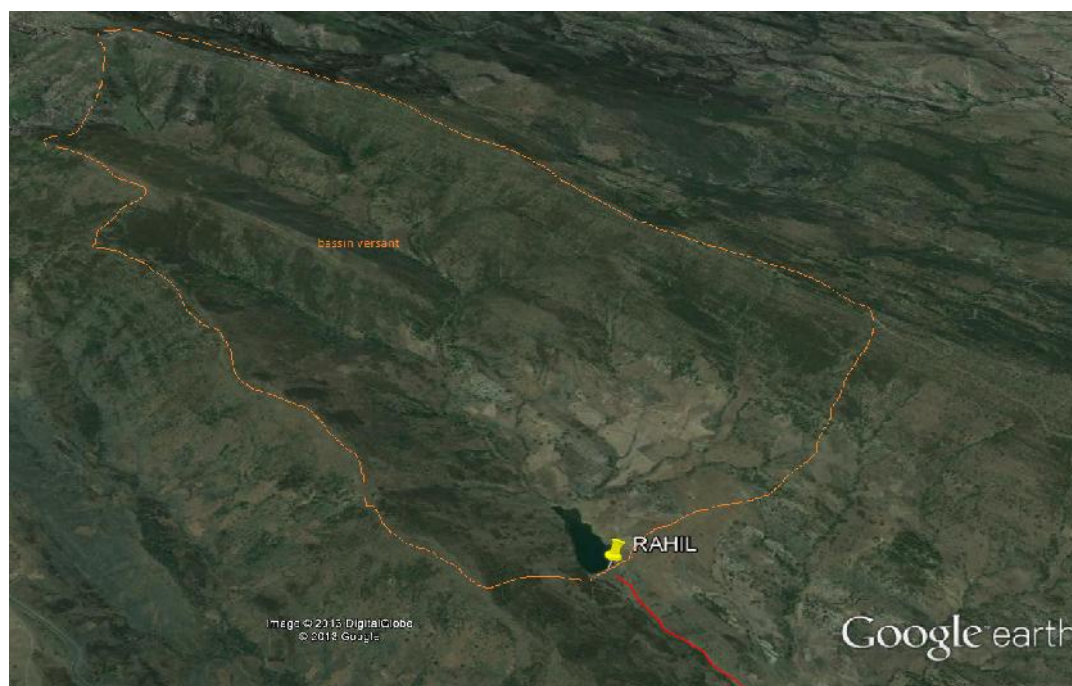


Figure N° III-1 : bassin versant de la retenue RAHIL.

• **Caractéristiques hydrauliques de la retenue de l'oued Rahil :**

Le périmètre d'irrigation sera irrigué à partir de la retenue collinaire construite sur l'oued Rahil. Dont les caractéristiques sont énumérées dans le tableau suivant :

Tableau N° III-2: Les caractéristiques de la retenue.

Dénomination	Unité	quantité
Hauteur de la digue	m	14
Volume mort	M.m ³	50 000 m ³
Volume utile	M.m ³	490 000 m ³
Cote de fond	m	92.5
Cote au niveau mort (NVM)	m	94
Cote au niveau normal de retenue	m	103
Cde plus hautes eaux (NPHE)	m	104
Débit évacué	m³ /s	
D. C de vidange	mm	500
D. C de la prise	mm	300

III-1-2 Etude géologique :

Le site de retenue du barrage collinaire sur l'oued Rahil a fait l'objet d'un premier rapport géologique préliminaire. Ce présent rapport successivement :

- De la géologie de la cuvette
- De la structure géologique au niveau de la digue.
- Des matériaux de construction de la digue et du déversoir.
- Des problèmes qui risquent éventuellement de se poser lors de la mise en eau.

• **Caractéristiques géologiques de la zone d'étude :**

Les terrains en présence dans la région de l'oued Rahil sont essentiellement :

1-Les terrains du crétacé supérieur, cénomaniens(c 5-4) qui sont des formations géologiques appartenant à la série des nappes telliennes. Ces terrains sont essentiellement formés de schistes, de grès **quartzites**, et de conglomérats. Ces terrains ont subi plusieurs phases de plissement et de fracturation depuis leur mise en place.

2-Les terrains du miocène qui sont discordants sur les premiers et qui sont représentés par des

Calcaires fossilifères, des poudingues gréseux, ainsi que des marnes bleues à cassures conchoïdales (miocène m1 à m4).

3-Les terrains du pliocène essentiellement sableux et argileux.

4-Les terrains quaternaires alluvionnaires, et colluvion aires de toute sorte.

III-2 Etat de la retenue et des ouvrages d'annexes :

La retenue Rahil dispose des ouvrages suivants : une digue de type en terre de bon état et trois ouvrages annexes, l'évacuateur de crue, vidange des fond, prise d'eau.

1. La digue :

L'état de digue de la retenue est bon, comme nous montre la figure suivante :



Figure N° III-2 : la digue de la retenue de l'oued Rahil.

2. L'évacuateur de crue :

L'évacuateur de crue de la retenue est un évacuateur latéral à entonnement latéral, et il est en bonne état à part son bassin de dissipation qui est relativement dégradé:



Figure N° III-3: vue de coursier et de bassin de dissipation de l'évacuateur de crue.

3. vidange et prise d'eau :

Le diamètre de la conduite de vidange est de (500 mm), et celui de la prise est de (300 mm). L'état des murs de la chambre des vannes est bon, mais à l'intérieur les vannes sont totalement immergées dans l'eau par les eaux de la pluie.

Remarque :

L'état de la retenue et ses ouvrages annexes est bon, mise à part certains travaux de réhabilitations qu'on estime nécessaire pour le bon fonctionnement du périmètre. A savoir :

- Nettoyage de la chambre des vannes.
- La réalisation d'un couvert pour la chambre de vanne.
- Remplacement des vannes.

III-3 Etude de la qualité de l'eau d'irrigation :

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

La qualité de l'eau d'irrigation dépend des facteurs suivants :

- La concentration totale en sels dissous.
- Le rapport de Sodium par rapport aux autres conditions.
- La présence de Bore et d'autres éléments toxiques.

La qualité des eaux superficielles dépend directement de la qualité des rejets des affluents dans les bassins versants en conséquence le rendement des terres agricoles.

La qualité des eaux superficielles dépend directement de la qualité des rejets des affluents dans les bassins versants en conséquence le rendement des terres agricoles.

Le rejet industriel constitue une menace très importante sur qualité des eaux d'irrigation car elle contient des éléments toxiques. Leurs traitements s'avèrent primordial pour une réutilisation. Par contre les rejets urbains constituent un risque moins important si leur volume n'est pas très important et la distance qui le sépare de la retenue est considérable dans ce cas l'autoépuration des sols joue le rôle de la filtration, en plus les éléments organiques favorisent le développement des plants.

Pour la zone d'étude, le bassin versant de la retenue de RAHIL, ne comporte pas d'agglomération, la qualité des eaux a une relation directe avec les minéraux du bassin.

III-3-1 Classification des eaux pour l'irrigation :

III-3-1-1 Classification mondiale (FOA) :

La classification donnée en fonction de la concentration des sels :

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

Pour notre eau la concentration des sales égales à 2.72 g/l donc $\square \rightarrow$ Sont des eaux faiblement salées.

III-3-1-2 Classification américaine :

La classification américaine des eaux d'irrigation basée sur deux paramètres : la Conductivité électrique CE, et le rapport d'absorption du Sodium SAR.

- Pour la Conductivité électrique (CE) :

La conductivité électrique est une propriété associée à la mobilité des ions, elle est mesurée à 25°C et exprimée en mmhos/cm.

On distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité Électrique :

Tableau N° III-3 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.

classe	Conductivité électrique CE (mmhos/cm) à 25°C	Qualité des eaux
C1	$CE \leq 0,25$	Eau de risque faible (salinité)
C2	$0,25 < CE \leq 0,75$	Eau de risque moyen
C3	$0,75 < CE \leq 2,25$	Eau de risque élevé
C4	$CE > 2,25$	Eau de risque très élevé

Remarque :

- C1 : convient pour toutes les cultures.
- C2 : convient pour les plantes moyennement tolérantes.
- C3 : ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes.

- C4 : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé.

L'eau du barrage Rahil prévue pour l'irrigation du périmètre étudié a une conductivité électrique moyenne $CE = 0.52$ mmhos/cm, donc : \implies Eau de risque moyen (salinité moyenne).

- **Pour le coefficient d'adsorption du Sodium (Sodium Absorption Ratio S.A.R) :**

La qualité des eaux pour l'irrigation est déterminée par la méthode de Sodium Absorption Ratio (S.A.R.). Cette méthode fait intervenir la salinité et le risque d'alcalinisation des eaux.

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

$$S.A.R. = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Mg^{++} + Ca^{++}}{2}}} \dots\dots\dots [III.1].$$

Avec : Mg^{++} , Ca^{++} , Na^+ en méq/l.

On utilise le SAR pour classer les risques liés au sodium dans les sources d'eau d'irrigation. À l'aide du SAR, on divise les eaux d'irrigation en quatre classes.

La classification est basée principalement sur l'effet du sodium sur les conditions physiques du sol.

- Classe S1 : SAR de 10 et moins bas taux de sodium.

Classe S1 – l'eau peut être utilisée sur pratiquement n'importe quel type de sol avec un risque minimal d'accumuler du sodium à un niveau dommageable.

- Classe S2 : SAR de 10,1 à 18 taux moyen de sodium.

Classe S2 – l'eau présente un danger appréciable d'accumuler du sodium à un niveau dommageable pour les sols ayant une texture fine et une capacité d'échange cationique (CEC) élevée. Par contre, l'eau peut être utilisée dans les sols sableux ayant une bonne perméabilité.

- Classe S3 : SAR de 18,1 à 26 haut taux de sodium.

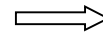
Classe S3 – peut produire des niveaux dommageables de sodium dans pratiquement tous les types de sols. L'utilisation d'amendements tels que le gypse pourraient être nécessaires pour échanger les ions Sodium. De plus, les pratiques culturales augmentant le drainage seront requises plus fréquemment.

Classe S4 : SAR au-dessus de 26,1 très haut taux de sodium, cette eau est généralement inadéquate pour l'irrigation.

D'après les valeurs dans le tableau qui présentent les résultats des analyses de l'eau d'irrigation faites au laboratoire (Voir annexe 2) on trouve :

$$S.A.R. = \frac{7.3}{\sqrt{\frac{10.5 + 22.3}{2}}} = 1.80$$

Donc



S.A.R < 10

Classe S1 : l'eau contenant une Faible quantité de sodium, peut être utilisée pour l'irrigation.

D'après les résultats du calcul de la conductivité électrique CE = 0.52 mmhos/cm, et le rapport d'absorption du sodium SAR de l'eau d'irrigation SAR (Égal à 1.8). On utilise le diagramme de Riverside.

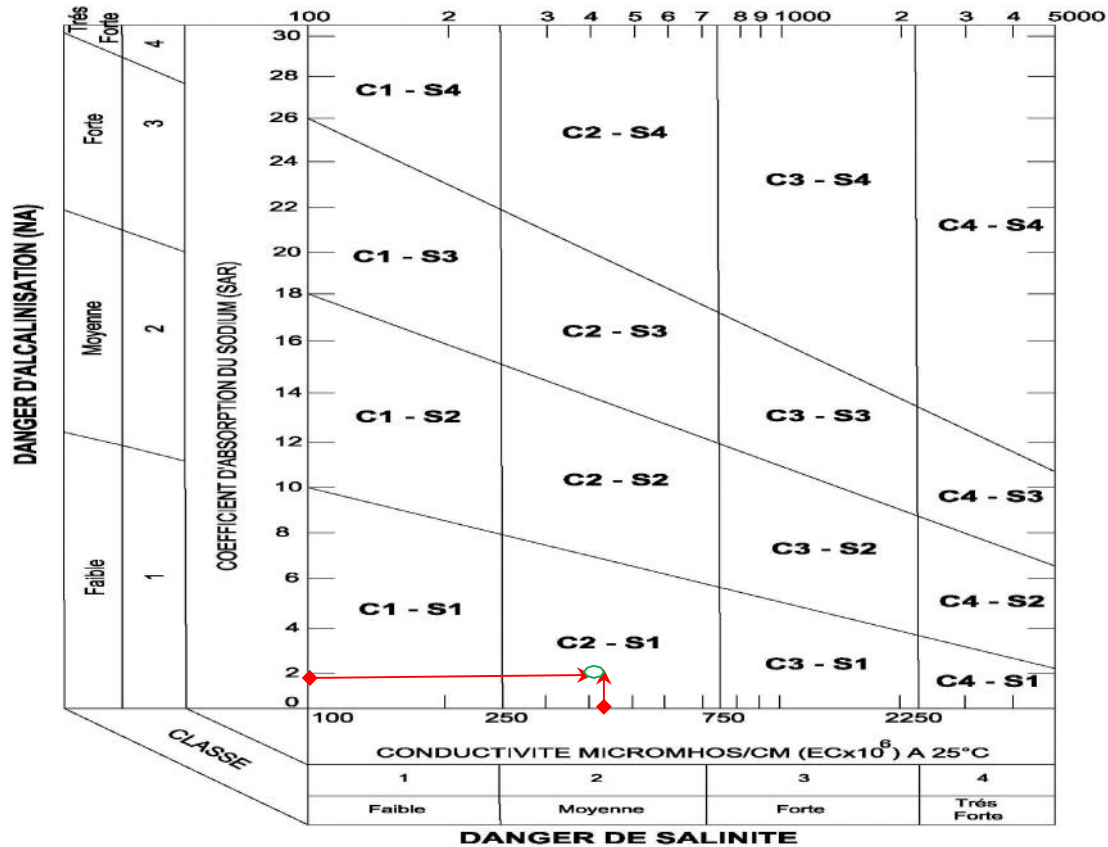


Figure N°III-4 : le diagramme de Riverside.

D'après le diagramme de Riverside : l'eau de la retenue de Rahil est dans la classe **C2S1**.

Interprétation :

Tableau N° III-4 : les Résultats Classification des eaux.

Paramètre	Résultats	Digramme de Riverside	Notion
CE	0.52	Salinité moyenne et alcalinité faible.	Il n'y a pas risque de sodisation.
SAR	1.8		
RSC	-29.8		Il n'y a pas risque de bicarbonate.
PH	7.8		Bas faible.

En résumé la qualité de l'eau est acceptable mais il est nécessaire de faire un suivi de l'évolution de la qualité des eaux au cours de l'exploitation du périmètre au moins une analyse par année.

- **Les MES :**

On appelle matières en suspension les très fines particules en suspension (sable, argile, produits organiques, particules de produits polluants, micro-organismes,...) qui donnent un aspect trouble à l'eau, (turbidité) qui s'oppose à la pénétration de la lumière nécessaire à la vie aquatique. En trop grande quantité elles constituent donc une pollution solide des eaux.

La quantité de matière en suspension totale (MEST) se mesure par filtration d'un litre d'eau et pesage des résidus séchés. Le résultat est **de 43 mg/l**.

- **La température :**

La température de l'eau influe sur beaucoup d'autres paramètres. C'est en premier lieu le cas pour l'oxygène dissous indispensable à la vie aquatique : Plus la température de l'eau s'élève plus la quantité d'oxygène dissoute diminue. Une température trop élevée des eaux d'une rivière peut donc aboutir à des situations dramatiques de manque d'oxygène dissoute pouvant entraîner : la disparition de certaines espèces, la réduction de l'auto-épuration, l'accumulation de dépôts nauséabonds (odeurs), la croissance accélérée des végétaux (dont les algues).

La température dans notre cas est de **21,10°C**.

- **Le PH**

Ce paramètre donne le degré d'acidité ou d'alcalinité d'une eau. L'eau des cours d'eau avoisine en général la neutralité représentée par un pH de 7. Le pH doit être compris entre 6 et 9 pour permettre la vie aquatique, en moyenne le pH de l'eau de la retenue est de **7,8**.

- **La DBO5 (Demande Biologique en Oxygène)**

Cette technique permet de mesurer en laboratoire sur 5 jours (à 20° dans l'obscurité), la quantité d'oxygène consommée par le processus naturel de décomposition de la matière organique décomposable présente dans un litre d'eau. Le résultat est de **20 mg/L**.

- **La DCO (Demande Chimique en Oxygène)**

Contrairement à la DBO5, qui ne prend en compte que les matières organiques biodégradables, la DCO est une mesure globale des matières organiques et de certains sels

minéraux oxydables (pollution organique totale) présents dans l'eau. Il existe des systèmes permettant d'effectuer des analyses sommaires rapides de la DCO. Le résultat est de **179 mg/L**.

III-4 Hydrologie :

L'hydrologie est définie comme une science qui étudie le cycle de l'eau dans la nature et l'évolution de celle-ci à la surface de la terre. Et l'ensemble des aspects liés aux au processus de maturation de n'importe quel ouvrage hydraulique.

L'objectif de l'étude hydrologique est de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, l'étude porte sur: l'homogénéisation des séries pluviométriques, l'étude fréquentielle des séries pluviométriques par des lois statistiques et la détermination de l'année de calcul.

III-4-1 Répartition de la pluie moyenne annuelle :

La précipitation est un facteur climatique très important, elle nous permet de connaître la période où les cultures ont besoin d'être irriguées ou pas.

La série des précipitations moyennes mensuelles de la station pluviométrique de Bordj Amir (la période 1980-2011) est donnée dans le tableau ci-après :

Tableau N° III-5 : la répartition mensuelle des précipitations (mm).

Années	sept	oct	nov	dec	Jan	fev	mar	avril	mai	juin	juill.	aou	annuel
1974	50.7	58.5	36.4	42.5	56.8	25.94	47.53	43.43	43.2	24.1	1.41	4.5	435.01
1975	24	44.2	53.8	44.5	48.2	24.74	42.3	44.33	46.7	12.9	2.51	3.2	391.38
1976	26.2	75	52.9	49.3	55.9	47.84	48.63	33.63	30.2	36.2	2.11	3.5	461.41
1977	38	43.2	51.2	51.3	52.7	28.34	32.43	37.13	52.1	2.9	1.41	3.2	393.91
1978	36	44.6	47.6	36.2	32.4	53.84	26.43	46.33	39.6	10.6	1.41	3.8	378.81
1979	24.8	47.7	53.9	62.7	37.4	41.64	23.63	32.33	40.7	2.3	17.91	3.2	388.21
1980	25.2	57	64.1	41.6	62.5	34.94	23.03	31.23	38.5	9.1	4.01	2.2	393.41
1981	24.5	41.4	58.8	44.9	53.2	45.04	28.23	32.73	45.2	13.5	1.41	1.2	390.11
1982	24.2	40.4	46.3	45.7	41.3	46.24	27.53	29.53	38	17.2	1.41	1.7	359.51
1983	30.1	52	58.3	44	54.7	53.74	22.53	31.63	29.6	22.3	2.41	0	401.31
1984	34.8	48	59.5	50.2	49.1	56.14	14.63	25.23	41.5	6.4	1.41	4.5	391.41
1985	42.3	47.6	40.2	38.8	50.7	22.64	32.23	31.33	44	8.2	1.41	2.6	362.01
1986	32.9	48.8	47.7	63.2	35.9	40.14	38.53	37.33	31.1	12.6	7.61	0	395.81

1987	31.9	40.6	42.3	38.7	39.6	23.94	24.13	32.3	37.4	7.7	11.41	2.6	332.58
1988	25.6	42.4	49.7	46.7	49.3	30.54	26.73	35.13	32.2	8.9	1.41	5.5	354.11
1989	24.5	59.4	51.6	30.9	55.6	24.24	39.63	39.43	47.4	6.7	7.61	2.3	389.31
1990	30.6	48.3	46.3	35	36.7	32.64	23.53	47.93	42	9.9	1.41	0	354.31
1991	38.4	55.9	47.9	42.5	41.9	48.14	22.43	32.43	36.7	9.5	1.41	4	381.21
1992	36.2	53.3	57.7	52.7	48.3	29.64	29.93	39.53	32.6	10.2	1.41	3.5	395.01
1993	65	48.6	42.4	41.2	42.3	47.74	30.53	33.53	34	14.9	1.41	10.5	412.11
1994	29.5	55	55.2	35.1	53.2	27.84	20.43	46.13	61.6	6.9	4.61	0	395.51
1995	32.9	53.5	54.9	32.8	65.4	42.14	25.83	37.53	43.4	7.9	1.41	1.2	398.91
1996	39.5	44	54.8	53.2	29.2	27.14	12.63	38.03	29.3	3.6	3.71	8.4	343.51
1997	33.5	50.3	52.3	37	53.9	33.34	27.43	51.83	39.8	5.9	1.41	0	386.71
1998	31.2	48.7	47.3	38.8	45.7	28.74	33.63	42.03	43.7	7.7	1.41	1.6	370.51
1999	29.2	54.9	54.5	43.4	50.2	36.84	21.53	36.83	50.6	11.1	6.71	5.7	401.51
2000	24.2	49.5	46.3	47.8	48.4	37.14	29.93	33.43	46.2	8.8	5.61	3.2	380.51
2001	29.3	38.4	46.3	46.3	51.8	45.54	17.83	30.23	43.9	7.3	1.41	0	358.31
2002	28	48.3	49.7	50.2	43.7	37.84	18.83	35.63	48.1	6.2	2.51	1.6	370.61
Moyenne	31.44	47.98	49	42.91	46.2	35.82	27.09	35.6	39.64	10.38	3.38	2.79	372.23

D'après les résultats du tableau correspondant à la période 1980 –2011, la moyenne annuelle des précipitations est de 372.23 mm.

III-4-2 L'homogénéité de la série pluviométrique :

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

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

- On divise la série complète en deux sous séries : x et y tel que N_1 et N_2 : représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries en considérant généralement $N_2 > N_1$.

$$N_2=19, N_1=10.$$

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

D'après M^r Wilcoxon, la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée. Avec :

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

$$W_y = |Rang|_y$$

W_y : Somme des rangs des sous séries.

$$W_{\min} = \left[\left(\frac{(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - 1}{2} \right) - 1,96x \left(\frac{N_1 \times N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{0,5} \right] \dots\dots\dots [III-2].$$

$$W_{\max} = [(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - W_{\min}] \dots\dots\dots [III-3].$$

Le tableau N°III-6 détaille du procédé de Test d'homogénéité pour notre station :

Tableau N° III-6 : Test de Wilcoxon

Rang	Série D'origine	Série – Y	Série – X	TRI	Y u X	Rang
1	435.01	435.01	412.11	461.41	Y	3
2	391.38	391.38	395.51	435.01	Y	1
3	461.41	461.41	398.91	412.11	X	
4	393.91	393.91	343.51	401.51	X	
5	378.81	378.81	386.71	401.31	Y	10
6	388.21	388.21	370.51	398.91	X	
7	393.41	393.41	401.51	395.81	Y	13
8	390.11	390.11	380.51	395.51	X	
9	359.51	359.51	358.31	395.01	Y	19
10	401.31	401.31	370.61	393.91	Y	4
11	391.41	391.41		393.41	Y	7
12	362.01	362.01		391.41	Y	11
13	395.81	395.81		391.38	Y	2
14	332.58	332.58		390.11	Y	8
15	354.11	354.11		389.31	Y	16
16	389.31	389.31		388.21	Y	6

17	354.31	354.31		386.71	X	
18	381.21	381.21		381.21	Y	18
19	395.01	395.01		380.51	X	
20	412.11			378.81	Y	5
21	395.51			370.61	X	
22	398.91			370.51	X	
23	343.51			362.01	Y	12
24	386.71			359.51	Y	9
25	370.51			358.31	X	
26	401.51			354.31	Y	17
27	380.51			354.11	Y	15
28	358.31			343.51	X	
29	370.61			332.58	Y	14
					Wy	190

D'après les calculs, nous avons :

$$W_y = 190$$

$$W_{\min} = 106.782$$

$$W_{\max.} = 193.21$$

$$106.782 < W_y < 193.21$$

La condition de M^r Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles d'est homogène.

III-4-3 Etude de l'échantillon et choix de la loi d'ajustement:

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

- la loi de Loi log-normale(Galton).
- la loi Normale(Gauss).

La simulation de pluies annuelles avec le logiciel **HYFRAN** nous donne les résultats suivants :

III-4-3-1 Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss (loi normal) :

Le procédé de calcul consiste à:

Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.

Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.

Calculer la fréquence expérimentale (par la formule de Hazen par exemple).

Variable réduite de gauss : $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$ [III-4].

Calcul des caractéristiques empirique de loi (\bar{X} ; δ ; C_v ; $C_s=0$).

Le coefficient de variation : $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$ [III-5].

L'équation de la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien: $\Rightarrow X_{P\%} = \bar{X} + \delta * U_{P\%}$

Avec : $X_{P\%}$: précipitation de probabilité P%.

$U_{P\%}$: variable réduit de Gauss.

\bar{X} : Moyenne arithmétique.

δ : Écart type.

Les résultats obtenus figurent au tableau III-7et au Figure N° III-5.

Tableau N°III-7 : Les résultats de la loi de Gauss.

Nombre d'observations : 29					
q = F(X) (probabilité au non-dépassement)					
T = 1/q					
T	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10	0.90	419	6.46	407	432
5	0.80	408	5.55	397	419
2	0.5	387	4.75	377	396
1.25	0.2	365	5.55	354	376

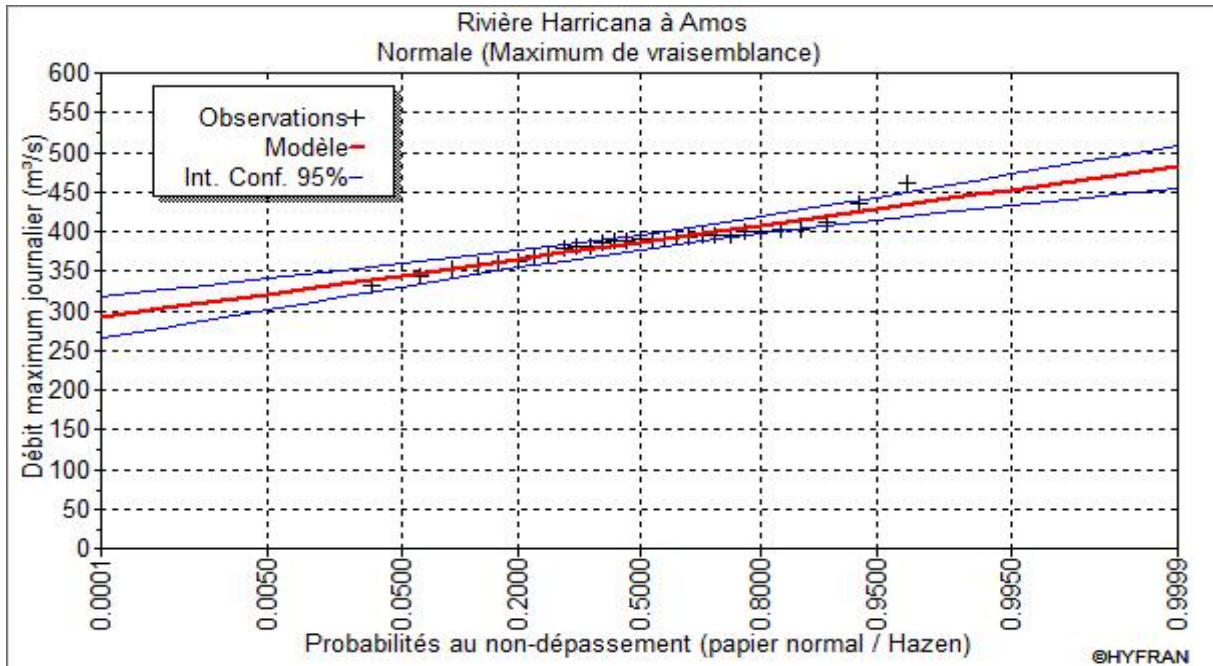


Figure N° III-5 : Ajustement des pluies à une loi normale

III-4-3-2 Ajustement des pluies annuelles à la loi de Loi log-normale(Galton) :

Cette méthode est détaillée comme suit :

Les données statistiques des pluies sont rapportées à une autre échelle à savoir l'échelle du log normale.

Nous avons l'équation de la droite de Galton : $\Rightarrow \text{Ln}(X_{p\%}) = \overline{\text{Ln}(X)} + \delta_{\text{Ln}} * U_{p\%} \dots \dots [\text{III-6}]$.

Ln : symbole de l'opérateur mathématique correspondant au logarithme népérien.

Xp% : précipitation probable à p%.

$\overline{\text{Ln}(X)}$: Moyenne arithmétique des logarithmes des précipitations observées.

δ_{Ln} : la variance, calculée pour les précipitations observées sous l'échelle logarithmique sa formule s'écrit comme suit :

$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(X)}]^2} \quad \text{Si } n < 30 \dots \dots \dots [\text{III-7}].$$

$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(X)}]^2} \quad \text{Si } n \geq 30 \dots \dots \dots [\text{III-8}].$$

Up%: variable réduite de Gauss.

les résultats obtenues dans le tableau III-8 .

Tableau N°III-8 : Les résultats de la loi de Galton.

Nombre d'observations : 29					
q = F(X) (probabilité au non-dépassement)					
T = 1/q					
T	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10	0.9	420	6.94	406	433
5	0.8	408	5.79	396	419
3	0.6667	397	5.05	387	407
2	0.5	386	4.69	377	395
1.25	0.2	365	5.19	355	375

III-4-3-3 Test de validité de l'ajustement à la loi choisie :

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

Soit un échantillon de N valeurs, classées par ordre croissant ou décroissant à étudier, et pour lequel une loi de répartition F(X) a été déterminée :

On divise cet échantillon en un certain nombre de classes K contenant chacune n_i valeurs expérimentales. Le nombre V_i est le nombre théorique de valeurs sur un échantillon de N valeurs affectées à la classe i par la loi de répartition, donnée par la relation suivante :

$$v_i = N \int_{x_{i+1}}^x f(X)dX = N[F(X_i) - F(X_{i+1})] \dots \dots \dots [III-9].$$

$f(X)$: étant la densité de probabilité correspondant à la loi théorique. La variable aléatoire χ^2 , dont la répartition a été étudiée par Pearson, est définie par l'expression suivante :

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i} \dots\dots\dots[\text{III-10}].$$

$$\lambda = K - 1 - P \dots\dots\dots[\text{III-11}].$$

Avec :

P : Nombre de paramètres, dont dépend la loi de répartition (P=2).

On cherche dans la table de Pearson la probabilité de dépassement correspondante au nombre de degré de liberté, définie ci-dessus par λ .

• **Test de Khi carré pour la loi Normale et la loi de Galton :**

D’après le logiciel HYFRAN et la table de Pearson du χ^2 on a obtenu les résultats suivant:

Tableau N° III-9 : résultat de test de Khi carré.

La loi	γ	$\chi^2_{\text{théorique}}$	$\chi^2_{\text{calculé}}$	
loi Normale	4	9.49	4.55	l’ajustement est à considérer.

D’après le test de Khi carré, on déduit que la loi normale présente un meilleur ajustement.

III-4-4 Détermination de l'année de calcul :

Puisque la loi de Gauss est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l’estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région.

L’estimation sera pour l’année sèche de fréquence 80%; on utilise la formule suivante :

$$P_{i, 80\%} = P_{\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique (80\%) Annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) Annuelle}}} \dots\dots\dots[\text{II-12}].$$

$$P_{\text{théo ann 80\%}} = 365\text{mm.}$$

$$P_{\text{théo ann 50\%}} = 387\text{mm.} \quad \frac{P_{\text{théorique (80\%) Annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) Annuelle}}} = 0.94315$$

Donc les valeurs de $P_{i, \text{sec 80\%}}$ devient comme suit :

Tableau N° III-10 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.

Mois	sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	fev	mar	avril	mai	juin	juil	aout
$P_{i,moy}$ (mm)	31.44	47.98	49	42.91	46.2	35.82	27.09	35.6	39.64	10.38	3.38	2.79
$P_{i,80\%}$ (mm)	29.65	45.25	46.21	40.47	43.57	33.78	25.55	33.58	37.39	9.79	3.19	2.63

III. Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons étudié la problématique des ressources en eau de notre zone d'étude.

Pour ce qui est de l'alimentation en eau, le périmètre sera irrigué à partir de la retenue de Rahil.

Pour ce qui est de la qualité de l'eau d'irrigation, les analyses physico-chimiques ont révélé qu'elle est bonne **et apte** à l'irrigation.

Quant à l'ajustement des séries des pluies moyennes annuelles, il faut signaler que le test de Khi carré a montré un ajustement meilleur avec la loi normale. A partir de cette loi, nous avons déterminé les pluies mensuelles de l'année de calcul nécessaire au dimensionnement de notre périmètre.

Chapitre IV

Calcul des besoins en eau des cultures

IV. Introduction

Dans ce chapitre, on se consacre à l'estimation des besoins en eau des cultures qui est une étape essentielle dans l'établissement d'un projet d'irrigation. Ces besoins doivent être minutieusement calculés pour éviter tout surdimensionnement ou sous-dimensionnement des réseaux d'irrigation.

Le régime d'irrigation est défini comme l'ensemble du nombre de doses et des dates d'arrosage qu'il faut appliquer aux cultures cultivées, au cours de toute leur période de végétation, dans le but de compenser le déficit hydrique dans la couche active du sol. Le régime d'irrigation est conditionné par les besoins en eau des cultures, qui eux même varient en fonction de la culture, du stade végétatif et du climat de la zone d'étude.

IV-1 Besoins en eau des cultures :

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

Les besoins en eau des cultures sont définis comme étant la quantité d'eau totale utilisée par cette culture (par une plante au cours de son cycle végétatif). Cette quantité comprend aussi les apports naturels (pluie, réserve du sol).

Les besoins en eau des cultures sont calculés comme suit :

$$ETM = K_c \cdot ET_0 \quad (\text{mm /jour}) \dots\dots\dots [IV-1].$$

Avec :

K_c : coefficient cultural dépend du type de la culture.

ET_0 : évapotranspiration de référence.

IV-1-1 L'évapotranspiration (E T) :

On désigne par évapotranspiration la somme de deux volumes d'eau qui sont :

-utilisés par les plantes (eau de constitution, eau de végétation). Le phénomène biologique par lequel les plantes absorbent une quantité d'eau du sol qui est restituée partiellement sous forme de vapeur par la surface des feuilles, s'appelle transpiration (Ollier & Poirée, 1984).

-évaporés par la surface du sol, par la transformation de l'état de l'eau en vapeur (phénomène d'évaporation).

IV-1-2 L'évapotranspiration potentielle (ETP) :

L'évapotranspiration potentielle (ETP) est définie comme l'ensemble des pertes en eau d'un couvert végétal abondant bien alimenté en eau lorsque l'énergie (évaporation de l'atmosphère) est le seul facteur qui limite cette évaporation. Elle correspond à double hypothèse du maintien du taux d'humidité du sol à une valeur très voisine de sa capacité de rétention et d'un développement végétatif optimum.

IV-1-3 L'évapotranspiration réelle (ETR) :

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration le plus souvent, elle inférieure à l'évapotranspiration potentielle, puisque le sol n'est pas en permanence à sa capacité de rétention. En plus elle est considérée variable pendant la période de végétation.

IV-1-4 Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration de référence (ETP ou ET0) :

L'évapotranspiration potentielle peut être évaluée selon plusieurs possibilités parmi les quelle :

- L'évapotranspiromètre (mesure direct).
- Les stations expérimentales.
- Méthodes du bilan hydrique.
- Méthodes du bilan thermique.
- Formules empiriques.

Il existe plusieurs Formules empiriques parmi les quelle :

- Formule de Thornthwaite (1948).
- Formule de Penman.
- Formule de Blaney- Criddle (1959).
- Formule de Turc (1960).
- Formule de Bouchet (1960)

a. Formule de Thornthwaite 1948

C'est une formule qui utilise un seul paramètre qui est la température :

$$ETP = 16 \left(\frac{10 \times t^a}{I} \right) \times K \dots\dots\dots[IV-2].$$

Où

t : est la température moyenne mensuelle (°C),

a : est fonction de l'indice thermique mensuel et K est un coefficient d'ajustement mensuel.

b. Formule de Penman 1948:

La méthode utilisée pour calculer les valeurs de l'évapotranspiration de référence **ET₀** est celle qui est exposée dans les bulletins **FAO** série « d'irrigation et drainage N° 24 des besoins en eau des cultures ».

$$ET_0 = C [W \times Rn + (1 - W) \times f(u) \times (ea - ed)] \dots\dots\dots[IV-3].$$

Avec :

ET₀ : représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en mm/jour.

W : facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différente température et altitude.

Rn : rayonnement net évaporation équivalente exprimé en mm/j.

F (u) : fonction liée au vent

Ea : tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars

Ed : tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars

(ea-ed) : constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

c. Formule de Turc 1960 : basée sur la température et le rayonnement

Pour le calcul de ETP mensuelles nous pouvons utilisée la formule de Turc donnée par :

$$ETP = 0,40 \times (Ig + 50) \times \frac{t}{(t + 15)} K \dots\dots\dots[IV-4].$$

Avec :

ETP : Evapotranspiration mensuelle (mm).

T : Température moyenne mensuelle (°C).

Ig : Radiation globale mensuelle (cal/cm²/jour)

d. Formule de Blaney- Criddle 1959

Elle utilise des paramètres facilement accessibles et introduit des coefficients culturaux susceptibles d'ajustement aux données locales éventuelles. Le facteur f (en mm) de cette formule s'exprime comme suit :

$$ETP = (0,457 \times T + 8,13) \times P \times K \dots\dots\dots[IV-5].$$

Où :

T :(°C) est la température moyenne.

P : le pourcentage de la durée d'éclairement pendant la période considérée.

K : Coefficient variant en fonction de la culture et de la zone climatique.

IV-1-5 Calcul de l'évapotranspiration de référence (ET0) par la formule

Penman-Monteith :

La détermination de l'évapotranspiration de référence (ET₀) est calculée en se basant sur la formule de Penman-Monteith modifiée :

$$ET0 = \frac{0,408 \Delta (Rn - G) + \gamma \frac{Cste}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \dots\dots\dots[IV-6].$$

Avec:

ET₀ évapotranspiration de référence [mm jour-1],

R_n rayonnement net à la surface de la culture [MJ m-2 jour-1],

G densité de flux de chaleur dans le sol [MJ m-2 jour-1],

T température journalière moyenne de l'air à une hauteur de 2 m [°C],

u₂ vitesse du vent à une hauteur de 2 m [m s-1],

e_s pression de vapeur saturante [kPa],

e_a pression de vapeur réelle [kPa],

e_s-e_a déficit de pression de vapeur saturante [kPa],

Δ pente de la courbe de pression de vapeur saturante [kPa °C-1],

γ constante psychrométrique [kPa °C-1].

Pour l'exécution des calculs, nous avons appliqué le logiciel CROPWAT, où nous avons introduit les données mensuelles de la station météorologique de Bordj Amir khalad.

- Température : Les températures minimales et maximales mensuelles.
- Humidité de l'air : l'humidité relative de l'air exprimée en pourcentage (%).

- Insolation journalière : donnée en heures d'insolation.
- Vitesse de vent : La vitesse du vent peut être introduite en km/jour.

Le tableau suivant présente l'évapotranspiration de référence (ET₀), calculée à l'aide du logiciel CROPWAT.

Tableau N° IV-1: l'évapotranspiration de référence(ETR) en mm/jour.

MOIS	Temp Min	Temp Max	Humidité	Vent	Insolation	Ray.	ET ₀
	°C	°C	%	m/s	heures	MJ/m ² /jour	mm/mois
Janvier	5.4	14	77	3.1	10.1	13.4	48.39
Février	6.2	13	72	3.2	11	17.2	59.61
Mars	7.60	16	68	3.1	11.9	22	93.76
Avril	91	19	62	3	13.1	26.9	135.96
Mai	14.89	24	62	2.9	14	30	182.69
Juin	173	20	57	2.7	14.5	31.3	198.89
Juillet	21.6.6	31	49	2.9	14.3	30.6	233.52
Août	20.29	30.5	50	2.9	13.5	28	214.75
Septembre	17.6	29	62	2.8	12.4	23.6	146.89
Octobre	130	20.4	64	3.2	11.3	18.5	108.16
Novembre	8.85	15	73	3.5	10.3	14.2	60.63
Décembre	99	13	82	3.5	9.8	12.3	38.12
moyenne	12.45	23.41	64.9	3.07	10.45	22.34	126.7

IV-2 Calcul de la pluie efficace :

La pluie efficace est définie comme étant la fraction des précipitations qui contribuent effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface et par percolation en profondeur etc.

Ces pertes sont estimées à 20% de la pluie tombée. Pour l'appréciation de la pluie efficace on distingue deux (2) cas :

Pluie efficace $P_{eff} = 0,8 \times P_{moy}$, P_{moy} est la pluie moyenne mensuelle.

Dans le cas, où la pluie efficace (P_{eff}) est inférieure à 5mm, P_{eff} est remise à zéro.

Les valeurs moyennes mensuelles de P_{eff} sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau N° IV-2 : Pluies efficaces calculées.

Mois	Psec80% mm/mois	Pluie eff mm
Janvier	43.57	34.856
Février	33.78	27.024
Mars	25.55	20.44
Avril	33.58	26.864
Mai	37.39	29.912
Juin	9.79	7.832
Juillet	3.19	2.552
Août	2.63	2.104
Septembre	29.65	23.72
Octobre	45.25	36.2
Novembre	46.21	36.968
Décembre	40.47	32.376

IV-3 Occupation du sol :

Avant d'évaluer les besoins en eau des cultures de la zone d'étude, il faut d'abord définir l'occupation et la répartition culturale dans le périmètre, en tenant compte des différentes contraintes (d'ordre climatique, social, agro pédologique).

L'aire d'étude est occupée par des cultures céréalières (blé dur et orge). Les agriculteurs pratiquent à ce jour la culture céréalière pluviale avec un assolement biennal céréale/jachère. Les cultures sont conduites d'une manière extensive. Les rendements demeurent faibles car ils sont tributaires des quantités et de la répartition des précipitations enregistrées. Ceci est dû essentiellement au manque d'eau et aux capacités limitées d'investissement.

Occupation du sol Proposé: Assolement et Rotation

Pour mieux valoriser l'eau disponible, nous préconisons l'introduction de cultures maraîchères en irrigué à forte valeur, ajoutée et ce au détriment, des fourrages et des cultures en sec.

IV-4 Rotation des assolements :

Pendant la période sèche, l'absence ou l'insuffisance des ressources hydriques réduit et rend impossible la pratique d'une deuxième culture.

Le retour fréquent des cultures de la même famille sur la même parcelle, favorise nettement la prolifération et le développement des maladies et parasites spécifique, telles que les Nématodes chez les Solanacées ainsi que l'apparition de certaines espèces de mauvaise herbes.

Choix des cultures à mettre en place

Pour les affectations de sol, nous sommes référés aux études de la pédologie et l'étude agro-économique, à fin de pouvoir choisir un certain nombre de cultures à mettre en place. Ce choix a été fait sous une contrainte :

- Choisir le maximum de cultures (familles et espèces) qui correspondent le mieux aux réalités des exploitations agricoles.

IV -4-1 Les cultures maraîchères :

Les cultures maraîchages présentent la principale production du périmètre. Les cultures maraîchères retenues sont : tomate, oignon, carotte, laitue, ail, pastèque, melon, haricot, concombre, pois, priment, poivron et aubergine.

IV -4-2 Les fourrages et les cultures céréalières :

Quatre espèces de fourrages ont été retenues dans la nomenclature des plantes que nous proposons : le bersim, la vesce avoine, le sorgho et la luzerne. Pour les cultures céréalières nous reteindrons une seule espèce, il s'agit de l'orge.

IV -4-3 L'arboriculture :

Quatre espèces sont retenues : pêcher sur prunier, pommier sur doucin, figuier et les agrumes.

IV –5 Répartition des surfaces en fonction de l’assolement proposé :

Les calendriers d’occupations des sols, ci-après synthétisent l’assolement suscité et donnant ainsi les cultures caractéristiques de chaque assolement :

1- Les cultures sous serres :

L’assolement proposé est du type biennal avec occupation par des solanacées et légumineuses.

Tableau N° IV-3 : L’assolement biennal des cultures sous serres.

SOLE I		SOLE II		SOLE III	
Culture	Superficie	Culture	Superficie	Culture	Superficie
Tomate	6	Concombre	3.4	Haricot vert	6
Piment/Poivron	4.4	Melon	7	Courgette	4.4
TOTAL	10.4		10.4		10.4

2- Les cultures de plein champ en irrigué :

L’assolement proposé est du type Triennal avec occupation par des 04 différentes familles.

Tableau N° IV-4: L’assolement Triennal des cultures en plein champ en irriguées.

SOLE I		SOLE II		SOLE III	
Culture	Superficie	Culture	Superficie	Culture	Superficie
Piment/Poivron	14 Ha	Petit pois (s)	28 Ha	Bersim	47 Ha
P.D.T (s)	30 Ha	Haricot (s)	16 Ha	Luzerne	47 Ha
P.D.T a/s	30 Ha	Tomate (s)	22 Ha		
Tomate a/s	20 Ha	Oignon (s)	28 Ha		
TOTAL	94 Ha		94 Ha		94 Ha

N/B : (s) : saison

a/s : arrière saison

3- Les cultures de plein champ en sec :

L'assolement proposé est du type biennal avec occupation du maraîchage et du fourrage.

Tableau N° IV-5 : L'assolement biennal des cultures en plein champ en sec.

<i>SOLE I</i>		<i>SOLE II</i>	
Culture	Superficie	Culture	Superficie
Pomme de terre (p)	22 Ha	Orge en vert	16 Ha
Fève verte (p)	5 Ha	Bersim en sec	16 Ha
Petit pois (p)	5 Ha		
TOTAL	32 Ha		32 Ha

N/B : (p) : primaire

4- Hors assolement : Arboriculture :

La superficie consacrée à l'arboriculture étant de 22 ha, dont :

- Pommier (en sec) : 8 ha.
- Agrumes: 14 ha, dont 4 ha en irrigué.

Tableau N° IV-6 : Répartition des cultures selon les assolements et les surfaces.

<i>Cultures</i>	<i>Superficie</i>	<i>En Sec</i>	<i>En irrigué</i>	
			<i>Assolement I</i>	<i>Assolement II</i>
Arboriculture	22	18	4	4
Maraîchage sous serre	10.4	0	10.4	10.4
Maraîchage plein champ en irrigué	94	0	94	0
Fourrages en irrigué	94	0	0	102.50
Maraîchage plein champ en sec	32	32	0	
Fourrages en sec (orge en vert et bersim)	86	86	0	0
	244.4	136	108.4	116.90

D'après Tableau IV-6, on conclut que la surface totale à irriguer du périmètre est de 116.90 ha.

IV-6 Définition des besoins en eau d'irrigation nette d'une culture :

C'est la quantité d'eau nécessaire à fournir à une culture pour satisfaire les besoins en eau durant tout son cycle végétatif. Cette quantité ne comprend ni les apports naturels, ni les diverses pertes subies pendant les stockages, les transports et la distribution, ni les besoins de lessivage.

IV-6-1 Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures :

$$B = ETM - (P_{eff} + RFU) \dots\dots\dots[IV-7].$$

Avec:

B : besoin en eau d'irrigation (mm).

E.T.M : évapotranspiration (mm/mois).

Peff : pluie efficace

RFU : c'est la réserve facilement utilisable par les cultures, dans cette approche elle exprime l'humidité du sol du mois précédent accessible aux cultures. Le calcul de la RFU se fait comme suit :

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}).D_a.Z. \dots\dots\dots[IV-8].$$

Y : degré de tarissement.

Da : densité apparente.

Z : profondeur d'enracinement mm.

Hcc : humidité à la capacité au champ, dans notre cas. On prend (27%)

Hpf : humidité au point de flétrissement, dans notre cas. On prend (16%)

Peff : pluie efficace.

- L'irrigation est faite lorsque **B** (bilan hydrique) > 0

Les différents besoins des cultures pour l'assolement proposé sont calculés comme suit :

IV-6-2 Les Coefficients cultureux (Kc) :

Les valeurs du coefficient cultural (Kc) de chaque culture ont été ressorties, en fonction du stade végétatif de la plante, de la force du vent et de la valeur moyenne de l'humidité moyenne minimale de l'air régnant au niveau de notre périmètre d'étude, à partir du bulletin « irrigation et drainage », (Bulletin F.A.O, N° 24). (Voir annexe 3).



Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

Tableau N° IV -7 : Besoin en eaux des cultures.

Poivron								
mois	P_eff (mm)	ETP(mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	KC	ETM (mm)	B_irri (mm)
Janvier	P_eff (mm)	ETP(mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	KC	ETM (mm)	B_irri (mm)
Février	34.856	43.69						
Mars	27.024	53.83						
Avril	20.44	82.41						
Mai	26.864	116.19	0.5	49.5	0.00	0.4	46.48	19.61
Juin	29.912	155.1	0.9	89.1	0.00	0.85	131.84	101.92
Juillet	7.832	180.31	0.9	89.1	0.00	0.9	162.28	154.45
Août	0	215.84	0.85	84.15	0.00	0.7	151.09	151.09
Septembre	0	193.33						
Octobre	23.72	141.87						
Novembre	36.2	102.12						
Décembre	36.968	56.8						

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

P-Terre (S)								
mois	P_eff (mm)	ETP(mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	KC	ETM (mm)	B_irri (mm)
Janvier	34.856	48.39						
Février	27.024	59.61	0.3	29.7	11.62	0.45	26.82	0.00
Mars	20.44	93.76	0.6	59.4	0.00	0.80	75.01	54.57
Avril	26.864	135.96	0.6	59.4	0.00	1	135.96	109.10
Mai	29.912	182.69	0.6	59.4	0.00	0.7	127.88	97.97
Juin	7.832	198.89						
Juillet	0	233.52						
Août	0	214.75						
Septembre	23.72	146.89						
Octobre	36.2	108.16						
Novembre	36.968	60.63						
Décembre	32.376	38.12						

Tableau N° IV -8 : Besoin en eaux des cultures (suite).

Pomme de terre AS								
mois	P_eff (mm)	ETP(mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	Kc	ETM (mm)	B_irri (mm)
Janvier	34.856	48.39						

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

Février	27.024	59.61						
Mars	20.44	93.76						
Avril	26.864	135.96						
Mai	29.912	182.69						
Juin	7.832	198.89						
Juillet	0	233.52						
Août	0	214.75	0.3	29.7	0.00	0.45	96.64	96.64
Septembre	23.72	146.89	0.6	59.4	0.00	0.80	117.51	93.79
Octobre	36.2	108.16	0.6	59.4	0.00	0.95	102.75	66.55
Novembre	36.968	60.63	0.6	59.4	0.00	0.70	42.44	5.47
Décembre	32.376	38.12						

tomate as								
mois	P_eff (mm)	ETP(mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	KC	ETM (mm)	B_irri (mm)
Janvier	34.856	48.39						
Février	27.024	59.61						
Mars	20.44	93.76						
Avril	26.864	135.96						
Mai	29.912	182.69						
Juin	7.832	198.89						
Juillet	0	233.52						

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

Août	0	214.75	0.4	39.6	0.00	0.45	96.64	96.64
Septembre	23.72	146.89	0.9	89.1	0.00	0.80	117.51	93.79
Octobre	36.2	108.16	1.2	118.8	0.00	1.05	113.57	77.37
Novembre	36.968	60.63	1.2	118.8	0.00	0.70	42.44	5.47
Décembre	32.376	38.12						

Tableau N° IV -9 : Besoin en eaux des cultures (suite).

Bersim								
mois	P_eff (mm)	ETP(mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	KC	ETM (mm)	B_irri (mm)
Janvier	34.86	48.39	1	99	33.00	0.90	43.55	0.00
Février	27.02	59.61	1	99	33.00	0.90	53.65	0.00
Mars	20.44	93.76						
Avril	26.86	135.96						
Mai	29.91	182.69						
Juin	7.83	198.89						
Juillet	2.55	233.52						
Août	2.10	214.75						
Septembre	23.72	146.89						
Octobre	36.20	108.16	0.5	49.5	0.00	0.50	54.08	17.88
Novembre	36.97	60.63	0.8	79.2	0.00	0.70	42.44	5.47

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

Décembre	32.38	38.12	1	99	0.00	0.85	32.40	0.03
-----------------	-------	-------	---	----	------	------	-------	------

Luzerne								
mois	P_eff (mm)	ETP(mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	KC	ETM (mm)	B_irri (mm)
Janvier	34.856	48.39	1	99	29.70	0.90	43.55	0.00
Février	27.024	59.61	1.2	118.8	0.00	0.95	56.63	29.61
Mars	20.44	93.76	1.5	148.5	0.00	1.05	98.45	78.01
Avril	26.864	135.96	1.5	148.5	0.00	1.10	149.56	122.69
Mai	29.912	182.69	1.5	148.5	0.00	1.15	210.09	180.18
Juin	7.832	198.89	1.5	148.5	0.00	1.15	228.72	220.89
Juillet	2.552	233.52						
Août	2.104	214.75						
Septembre	23.72	146.89						
Octobre	36.2	108.16	0.4	39.6	0.00	0.65	70.30	34.10
Novembre	36.968	60.63	0.7	69.3	0.00	0.70	42.44	5.47
Décembre	32.376	38.12	0.9	89.1	23.10	0.80	30.50	0.00

Tableau N° IV -10 : Besoin en eaux des cultures.

tomate (S)								
mois	P_eff (mm)	ETP(mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	KC	ETM (mm)	B_irri (mm)

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

Janvier	34.856	48.39						
Février	27.024	59.61						
Mars	20.44	93.76	0.4	39.6	0.00	0.45	42.19	21.75
Avril	26.864	135.96	0.9	89.1	0.00	0.80	108.77	81.90
Mai	29.912	182.69	1.2	118.8	0.00	1.05	191.82	161.91
Juin	7.832	198.89	1.2	118.8	0.00	0.70	139.22	131.39
Juillet	0	233.52						
Août	0	214.75						
Septembre	23.72	146.89						
Octobre	36.2	108.16						
Novembre	36.968	60.63						
Décembre	32.376	38.12						

poivron (S)								
mois	P_eff (mm)	ETP(mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	KC	ETM (mm)	B_irri (mm)
Janvier	34.856	48.39	0.3	26.4	10.79	0.50	24.20	0.00
Février	27.024	59.61	0.3	26.4	8.80	0.90	53.65	17.83
Mars	20.44	93.76	0.5	44	0.00	0.95	89.07	68.63
Avril	26.864	135.96	0.5	44	0.00	0.90	122.36	95.50
Mai	29.912	182.69	0.5	44	0.00	0.85	155.29	125.37
Juin	7.832	198.89						

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

Juillet	2.552	233.52						
Août	2.104	214.75						
Septembre	23.72	146.89						
Octobre	36.2	108.16						
Novembre	36.968	60.63						
Décembre	32.376	38.12						

Tableau N° IV -11 : Besoin en eaux des cultures (Arboricultures).

Agrumes								
mois	P_eff (mm)	ETP(mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	KC	ETM (mm)	B_irri (mm)
Janvier	34.856	48.39	1.5	148.5	74.25	0.65	31.45	0.00
Février	27.024	59.61	1.5	148.5	74.25	0.65	38.75	0.00
Mars	20.44	93.76	1.5	148.5	49.50	0.65	60.94	0.00
Avril	26.864	135.96	1.5	148.5	0.00	0.65	88.37	61.51
Mai	29.912	182.69	1.5	148.5	0.00	0.65	118.75	88.84
Juin	7.832	198.89	1.5	148.5	0.00	0.80	159.11	151.28
Juillet	0	233.52	1.5	148.5	0.00	0.80	186.82	186.82
Août	0	214.75	1.5	148.5	0.00	0.80	171.80	171.80
Septembre	23.72	146.89	1.5	148.5	0.00	0.80	117.51	93.79
Octobre	36.2	108.16	1.5	148.5	0.00	0.65	70.30	34.10
Novembre	36.968	60.63	1.5	148.5	20.21	0.65	39.41	0.00
Décembre	32.376	38.12	1.5	148.5	74.25	0.65	24.78	0.00



IV-7 Besoin en eau théorique pour le modèle N°1 (Assolement I) :

Le calcul des besoins en eau des cultures pour le modèle N°1 est reporté dans le tableau qui suit. Nous pouvons ainsi dégager le mois de pointe qui correspond au mois où la demande en eau est maximale.

Tableau N° IV-12 : Récapitulation des besoins en eau par cultures et par mois.

Mois /B	Poivron	PDT (S)	PDT (AS)	tomate (AS)	tomate (S)	poivron (S)	Agrume (S)	Total (mm)
Janvier	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Février	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mars	0.00	54.57	0.00	0.00	42.19	0.00	0.00	96.76
Avril	19.61	109.10	0.00	0.00	108.77	19.61	61.51	318.60
Mai	101.92	97.97	0.00	0.00	191.82	101.92	88.84	582.48
Juin	154.45	0.00	0.00	0.00	139.22	154.45	151.28	599.40
Juillet	151.09	0.00	96.64	0.00	0.00	151.09	186.82	585.63
Août	0.00	0.00	93.79	96.64	0.00	0.00	171.80	362.23
Septembre	0.00	0.00	66.55	93.79	0.00	0.00	93.79	254.14
Octobre	0.00	0.00	5.47	77.37	0.00	0.00	34.10	116.95
Novembre	0.00	0.00	0.00	5.47	0.00	0.00	0.00	5.47
Décembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	427.07	261.64	262.45	273.27	482.01	427.07	788.14	2921.65

IV-7-1 Calcul des débits spécifiques :

Les débits spécifiques sont définis d’après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale. La dose d’arrosage de la consommation de pointe est donnée sous forme de débit permanent fourni 24 heures sur 24 afin d’assurer les besoins de la consommation mensuelle. Les débits spécifiques sont définis par la formule suivante :

$$q = \frac{B_m}{T \times t \times 3,6 \times K} \quad (\text{l/s/ha}) \dots\dots\dots[\text{IV-9}]$$

B_m : Besoin mensuel maximum net, exprimé en m³/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'efficacité globale du système d'irrigation ≈ 0.75 .

Besoin max mensuel = 599.40 mm,

D'où $Q_{sp} = (\text{besoin max} \cdot 10 \cdot 1000) / (3600 \cdot \text{Nbre de jour} \cdot \text{Nbre heure} \cdot \text{efficacité})$

$$Q_{sp} = 3.08 \text{ (l/s /ha)}$$

Le débit spécifique obtenu est supérieur à 1.5, ce qui pourrait aboutir à un surdimensionnement.

On prend donc le débit spécifique de la culture la plus exigeante (tomate(s), 191.82 mm) pour le mois de pointe.

Donc le débit spécifique pris en considération pour notre périmètre est de :

$$Q_{sp} = 1.0 \text{ (l/s /ha)}$$

IV-7-1 Estimation des volumes d'eau d'irrigation :

Le volume des besoins en eau égale le besoin de la culture en m³ multiplié par la surface de la culture.

On trouve les résultats dans le Tableau IV .13:

Tableau N° IV-13 : volumes d'eau d'irrigation.

	surface de la culture ha	besoin net de la culture m ³ /ha	les volumes des besoins en eau m ³	les volumes des besoins en eau m ³
poivron	14	4270.70	5694.27	79719.73
PDT (S)	30	2616.35	3488.47	104654.00
PDT (AS)	30	2624.55	3499.39	104981.80
tomate as	20	2732.71	3643.61	72872.13
tomate (S)	6.00	4820.08	6426.77	38560.60
poivron (S)	4.40	4270.70	5694.27	25054.77
Agrumes	4.00	7881.39	10508.51	42034.05
Total	108.40	29216.46	38955.28	467877.09

Le volume nécessaire pour les cultures durant toute leur période végétative est de 467877.09 m³. La surface cultivée est de 108.4 ha.

IV-8 Besoin en eau théorique pour le modèle N°2 (Assolement II) :

Le calcul des besoins en eau des cultures pour le modèle N°2 est reporté dans le tableau qui suit. Nous pouvons ainsi dégager le mois de pointe qui correspond au mois où la demande en eau est maximale.

Tableau N° IV-14 : Récapitulation des besoins en eau par cultures et par mois.

Mois /B	bersim	luzerne	haricot	courgette	Agrume	Total
Janvier	0.00	0.00	24.20	0.00	0.00	24.20
Février	0.00	29.61	53.65	2.78	0.00	86.04
Mars	0.00	78.01	89.07	30.34	0.00	197.42
Avril	0.00	122.69	122.36	88.70	61.51	395.27
Mai	0.00	180.18	155.29	125.37	88.84	549.68
Juin	0.00	220.89	0.00	111.50	151.28	483.67
Juillet	0.00	0.00	0.00	0.00	186.82	186.82
Août	0.00	0.00	0.00	0.00	171.80	171.80
Septembre	0.00	0.00	0.00	0.00	93.79	93.79
Octobre	17.88	34.10	0.00	0.00	34.10	86.09
Novembre	5.47	5.47	0.00	0.00	0.00	10.95
Décembre	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
Total (mm)	23.38	670.96	444.57	358.70	788.14	2285.74

IV-8-1 Calcul du débit spécifique :

Besoin max mensuel =549.68 mm

$$Q_{sp} = (\text{besoin max} * 10 * 1000) / (3600 * \text{Nbre de jour} * \text{Nbre heure} * \text{efficience})$$

$$Q_{sp} = 2.83 \text{ (l/s /ha)}$$

Le débit spécifique obtenu est supérieur à 1.5. On prend donc le débit spécifique de la culture la plus exigeante (Luzerne, 220.89 mm) pour le mois de pointe.

Donc le débit spécifique pris en considération pour notre périmètre est de :

$$Q_{sp} = 1.14 \text{ (l/s /ha)}$$

IV-8-2 Estimation des volumes d'eau d'irrigation :

Le volume des besoins en eau calculé pour cet assolement est de 491 110 m³. Il dépasse nettement la capacité de la retenue, ceci est dû aux besoins de la luzerne qui sont relativement importants.

Pour y remédier, nous devons impérativement réduire la surface irriguée de la luzerne à 50 ha seulement. Les volumes calculés pour cet assolement sont donc répartis comme suit :

Tableau N° IV-15 : volumes d'eau d'irrigation.

	surface de la culture ha	besoin net de la culture m ³ /ha	les volumes des besoins en eau m ³	les volumes des besoins en eau m ³
bersim	53.00	233.79	259.77	13767.63
luzerne	50.00	6709.56	7455.06	372753.06
haricot	6.00	4445.67	4939.63	29637.77
courgette	4.40	3587.02	3985.57	17536.52
agrumes	4.00	7881.39	8757.09	35028.38
Total	117.40	22857.41	25397.12	468723.35

Le volume nécessaire pour les cultures durant toute leur période végétative est de 0.469 hm³.
La surface cultivée pour cet assolement est de 117.0 ha.

IV. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé les besoins en eau des cultures, ce qui nous a permis d'atteindre deux objectifs principaux :

D'abord l'estimation du débit spécifique de notre périmètre, et cela vu les principales spéculations agricoles et les contraintes agronomiques, ce qui a permis de calculer le débit spécifique ($Q_s = 1,14$ l/s/ha) en tenant compte de la culture la plus exigeante.

Pour l'élaboration des arrosages, il faudra suivre un planning quotidien des irrigations pour diminuer la demande en eau et satisfaire l'ensemble des besoins en eau des cultures.

-L'estimation des volumes d'eau d'irrigation nécessaires du périmètre. En définitif, il faudra prévoir une disponibilité annuelle brute d'environ 0.47 hm^3 d'eau d'irrigation, qui permettra aux agriculteurs d'intensifier et de diversifier leurs cultures.

Chapitre V

Etude du système
d'adduction



V. Introduction

Le réseau collectif de distribution d'eau en irrigation, est essentiellement constitué par des canalisations enterrées, livrant l'eau sous pression aux différents exploitants, par l'intermédiaire des bornes (prises) d'arrosages.

Le développement de ces réseaux de desserte, par les conduites sous pression, est lié principalement, à la rationalisation de la ressource en eau et particulièrement la généralisation des méthodes d'irrigation modernes à la demande.

C'est dans ce contexte, que notre attention dans ce chapitre s'est accentuée à la mise au point de la méthodologie d'optimisation du réseau de distribution d'irrigation, et aux différents calculs hydrauliques.

V-1 Description des différents modes d'irrigation :

Les principaux modes d'irrigation existant sont :

- Irrigation de surface.
- Irrigation localisée (goutte à goutte).
- Irrigation par aspersion.

Pour le cas de notre périmètre, il est prévu que le choix se fera principalement entre l'irrigation par aspersion et l'irrigation goutte à goutte.

Ces deux dernières méthodes sont actuellement peu pratiquées, en raison de leurs économies d'eau par rapport à l'irrigation de surface.

V-1-1 Choix du mode d'irrigation :

La technique que nous choisirons, doit être plus au moins bien adaptée aux différents contextes agronomique et socio- économiques, caractérisant notre projet.

Donc le système d'irrigation est similaire à celui déjà adopté dans la zone de réaménagement en général à une irrigation en surface, surtout dans le cas des plus exploitations.

V-2 Découpage des îlots d'irrigation :

Le terme « îlot d'irrigation » décrit l'unité hydro-agricole alimentée par une borne d'irrigation. Cette borne comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément, en particulier lorsqu'elle se trouve en limite de plusieurs exploitants.

Chaque borne doit assurer toutes les fonctions d'une prise c'est-à-dire :

- Régler le débit, ou plus exactement le limiter au module.
- Régler la pression.
- Assurer le comptage de l'eau livrée.
- Encaisser les suppressions accidentelles.

Le réseau d'irrigation du périmètre dans la commune est de type ramifié. Le périmètre est partagé en îlots d'irrigation, chaque îlot est desservi par une borne d'irrigation, les bornes sont alimentées par des conduites secondaires, en suite le réseau secondaire est alimenté par un réseau principal jusqu'à la chambre des vannes de la retenue.

V-2-1 Taille des îlots d'irrigation :

La taille de l'îlot est déterminée en fonction des modèles d'exploitations élaborés suivant plusieurs critères : fonciers, topographiques, hydro-agricoles. Dans certains cas, la taille de l'îlot dépend du débit d'équipement de prise en relation avec le débit fictif continu maximum au niveau de l'îlot. En outre, le débit fourni par la prise d'irrigation doit correspondre à une main d'eau compatible avec la méthode d'irrigation adoptée au niveau de l'exploitation.

V-2-2 Rôle et fonction de la borne d'irrigation :

La borne assure quatre fonctions :

- Le vannage
- La stabilisation de la pression
- La limite du débit et le comptage du volume d'eau

V.3. Modalités de desserte de l'eau :

V.3.1. Distribution d'eau à la demande :

Dans ce mode chaque irrigant étant libre d'utiliser le débit qu'il a souscrit à toute heure du jour ou de la nuit.

V.3.2 Distribution au tour d'arrosage :

Elle est inspirée du mode de desserte spécifique des réseaux d'irrigation de surface avec réseau collectif constitué de canaux à ciel ouvert dont le débit transité par chaque tertiaire correspond au module d'irrigation.

V.4. Tour d'arrosage à la borne :

Chacune des bornes représentant le tertiaire dans le réseau de surface, reçoit un débit correspondant au débit fictif continu ce qui constitue alors le module d'irrigation qui est utilisé successivement par les différentes prises de la borne.

V.4.1. Tour d'arrosage au niveau de l'antenne :

Dans le cas des petites propriétés, les modules disponibles en appliquant la modalité précédente pourront être trop faibles. On peut alors songer à regrouper plusieurs bornes sur une antenne donnée.

Le débit fictif continu relatif aux superficies irriguées desservies par cette antenne constituera le module d'irrigation successivement délivré aux différentes prises de l'antenne.

Débit des bornes :

Les débits des bornes correspondent aux débits d'équipement des îlots, suivant le tracé du réseau d'irrigation proposé et suivant l'efficienc e du système , les principales caractéristiques des bornes sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau N°V-1 : caractéristiques hydrauliques des bornes.

Désignation		82/65	102/65	104/65	102/100	152/100-150
DN admission		80	100	100	100	150
Sorties	Nombre	2	2	4	2	2
	Diamètre	65	65	65	100	100 ou 150
QNB (m³/h)		40	80	80	80	120
Poids kg		57	68	69	72	78

V-5 calcul des Débits des bornes :

$$q_c = q_s * S \dots \dots \dots [V-1].$$

q_c = Débit caractéristique (l/s).

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

S = Superficie (ha).

V-5-1 Donné de base du dimensionnement :

Le débit spécifique est évalué à **1.14 l/s/ha**.

La surface du périmètre est égale à **117.40 ha**

Donc le débit caractéristique est :

$$Q_c = 1.14 \times 117.40 = 133.50 \text{ l/s}$$

Les caractéristiques des bornes et les ilots d'irrigation desservie sont donnés par le tableau ci-dessous :

Tableau N°V-2 : les caractéristiques des ilots avec débit de la borne du secteur I.

SECTEURS	N° ILOT	N° parcelle, Sous parcelle	superficie (Ha)	Total Ilot irrigué (Ha)	N° Borne	débit borne (l/s)
S E C T E U R I	1	1	4.58	4.58	B1	5.22
	3	3	4.25	4.25	B3	4.85
	4	4	7.67	7.67	B4	8.74
	7	7	3.35	3.35	B7	3.82
	8	8	5.01	5.01	B8	5.71
	6	6	7.74	7.74	B6	8.82
	9	9	5.82	5.82	B9	6.63
	10	10	5.66	5.66	B10	6.45
	11	11	5.28	5.28	B11	6.02
	12	12	5.08	5.08	B12	5.79
	14	14	6.01	6.01	B14	6.85
	13	13	6.27	6.27	B13	7.15
	16	16	6.94	0	B16	0
	15	15	6.27	0	B15	0
	17	17	6.77	0	B17	0
18	18	6.88	0	B18	0	
TOTAL SECTEUR I	16	16	93.67	66.72	12	
S E C T E U R I I	2	2	1.99	1.99	B2	2.27
	5	5	3.83	3.83	B5	4.37
	25	25	6.98	6.98	B25	7.96
	26	26	6.87	6.87	B26	7.83
	21	21	4.44	4.44	B21	5.06

	24	24	5.28	5.28	B24	6.02
	23	23	5.26	5.26	B23	6
	22	22	5.86	5.86	B22	6.68
	19	19	4.27	4.27	B19	4.87
	20	20	6.04	6.04	B20	6.89
TOTAL SECTEUR II	10	10	50.82	50.82	10	16.13
TOTAL PERIMETRE	26	26	144.4	117.4	22	

Tableau N°V-3 : Nombre d'irrigation du chaque secteur.

Secteur	Superficie (ha)	Nombre d'îlots irrigué	Nombre de Bornes	Nombre d'irrigants	Sup. moy./îlot (ha)	Debit Fictif (Qc en l/s/ha)
I	93.67	16	12	12	4	1.14
II	50.82	10	10	10	6.6	
TOTAUX	144.4	26	22	22	10.6	

V-6 Dimensionnement hydraulique : Variantes d'aménagement :

Le réseau d'irrigation du périmètre Rahil est de type ramifié.

A- Schéma de distribution : deux variantes ont été étudiées :

Variante 1 :

Etant donné, que le périmètre est situé en aval de la retenue collinaire, et présente une charge importante, la variante retenue est celle du réseau gravitaire sans pompage et donc sans réservoir.

Une conduite enterrée en PEHD Ø 200 mm, PN16 bars part de la chambre des vannes vers la borne N1, qui alimentera les deux secteurs du périmètre.

Variante 2 :

Qui consiste à alimenter le périmètre à partir d'un pompage qui va alimenter un réservoir de stockage sur la rive gauche du périmètre. Cette variante sera testée, pour voir si les pressions de service au

niveau des bornes sont suffisantes. De plus, la réalisation d'un réservoir permet un stockage temporaire d'une quantité d'eau durant les périodes sèches.

V.7. Tracé du réseau de distribution :

Pour le choix du tracé du réseau de distribution, il est impératif de s'assurer de certaines considérations, qu'on résume en :

- Il est important de chercher un profil en long aussi régulier que possible pour éliminer les contres pentes ;
- Dans le but d'économie du projet, le tracé doit être le plus court possible ;
- Éviter le phénomène de cavitation qui peut engendrer les éclatements et vibration de la canalisation au cours de la phase de surpression ;
- Éviter les forêts, bois et zones marécageuses, ainsi que la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, canaux, oueds,...).

Une fois que le plan de bornage est établi, nous procéderons à la liaison, le plus économiquement possible, des différentes bornes et l'origine du réseau. Le tracé escompté est un réseau ramifié qui conduit à un coût d'investissement optimum, trois méthodes sont utilisées couramment :

1- Tracé par proximité

Nous rechercherons tout d'abord, le tracé de longueur minimum, ayant pour sommet les seules bornes du réseau.

2- Tracé à 120°

Dans ce tracé, les bornes d'irrigation sont reliées par deux segments, formant entre eux un angle de 120°.

3- le tracé économique

Il s'agit d'un tracé semblable au précédent, mais la longueur des conduites des diamètres importants est réduite au dépend des conduites ayant un petit diamètre.

V-7-1 Matériaux de construction des canalisations :

1- Choix du matériau des conduites :

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique.

Parmi les matériaux utilisés on peut citer : l'acier, la fonte, le PVC, le PEHD et Béton précontraint.

Dans notre cas, on utilisera les conduites en PEHD dans le cas où les diamètres sont inférieurs à 400 mm, et les conduites en fonte dans le cas où le diamètre est supérieur à 400, pour les raisons suivantes :

- Cout moins cher par rapport à la fonte, et l'acier noir.
- Très bonne qualité de l'eau. (Pas de contamination).
- Ils supportent des pressions élevées ;
- Bonne caractéristique technique. Perte de charge minimale vu l'état de surface.
- Mise en place facile (légère, Raccordement facile).
- Facile à entretenir.

V.8. Dimensionnement des canalisations :

Le dimensionnement optimal est une des problématiques auxquelles doit résoudre l'ingénieur. Dans un souci technico-économique, les dimensions des conduites doit répondre aux normes hydrauliques.

V.8.1 Vitesse admissible:

La vitesse admissible varie entre 0.5 m/s, comme vitesse inférieure, et 2.5 m/s comme vitesse maximum. Dans notre étude, on prend une vitesse moyenne dans la conduite égale à 1.25 m/s.

V.8.2 Calcul des diamètres :

Le calcul des diamètres est réalisé sur la base des débits véhiculés par le tronçon de conduite, et les vitesses. La formule de " LABYE " nous donne une approche du diamètre économique qu'on normalise

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 1000 \dots\dots\dots[V-2].$$

Avec :

- Q : débit, exprimé en m³/s ;
- D: diamètre exprimé en mm.
- V : vitesse économique de l'ordre de 1.25 m/s

V-8-3 Calcul des pertes de charge :

Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de Lechapt et Calmon, elle est donnée par l'expression suivante :

$$h_{Pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C \dots\dots\dots[V-3].$$

Avec :

- h_{Pu} : perte de charge unitaire en mm/ml.
- Q : débit en m³/s.
- D : diamètre de la conduite considérée.
- L, M et N : Paramètres en fonction de la rugosité absolue (Ks) des canalisations.

C : coefficient compris une majoration de 10 % pour les pertes de charge singulière.

$$J=L \times Q^M/D^N \dots\dots\dots[V-4].$$

Tableau N°V-4: Les paramètres de perte de charge.

(mm)	L	M	N
0,1	1,15	1,89	5,01
0,5	1,4	1,96	5,19
1	1,6	1,975	5,25

Pour une conduite en fonte ou en PEHD, nous avons la rugosité $K=0,1\text{mm}$, avec les paramètres suivants : $L=1.15$, $M=1.89$, $N= 5.01$.

Pour la variante 1, le niveau de l'eau dans la retenue est supposé être au niveau normal de la retenue, à une côte 728 m.

Les résultats de calculs sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau N° V-5 : Calculs hydrauliques du réseau de distribution de la variante 1 (Secteur 1).

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diamètre calculé	Diam Normalise	Vitesse V réelle(m/s)	Perte de charge Linéaire Δ Ht (m)	Perte de charge total Δ Ht (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote piézométrique (m)	Pression au point P(m)	
N1-N2	552	0.552	133.27	0.133	368.43	400	1.061	1.387	1.53	718.56	726.47	7.914	7.914
N2-B1	28	0.028	5.529	0.006	75.05	75	1.252	0.754	0.829	710.44	725.64	15.20	B1
N2-N3	91	0.091	128.04	0.128	361.14	400	1.061	1.387	1.53	718.56	726.47	7.914	7.914
N3-B2	18	0.018	2.2686	0.002	48.07	75	1.252	0.754	0.829	710.44	725.64	15.20	B1
N3-N4	212	0.212	125.78	0.126	357.93	400	1.019	0.212	0.23	707.73	726.24	18.51	18.511
N4-B3	25	0.025	4.104	0.004	64.66	63	0.728	0.216	0.237	706.8	726.00	19.20	B2
N4-N5	117	0.117	121.66	0.122	352.03	400	1.001	0.477	0.53	703.68	725.72	22.04	22.036
N5-B4	36	0.036	8.7438	0.009	94.37	63	1.317	0.918	1.010	705.89	724.71	18.82	B3
N5-N6	157	0.157	112.92	0.113	339.14	400	0.969	0.247	0.27	706.29	725.44	19.15	19.154
N6-B5	26	0.026	4.3662	0.004	66.69	110	0.921	0.338	0.372	706.48	725.07	18.59	B4
N6-N7	144	0.144	108.55	0.109	332.52	400	0.899	0.288	0.32	699.12	725.13	26.01	26.007
N7-B6	36	0.036	8.8236	0.009	94.80	75	0.989	0.448	0.493	690.37	724.63	34.26	B5
N7-B7	24	0.024	3.819	0.004	62.37	400	0.864	0.246	0.27	698.63	724.86	26.23	26.227
N7-N8	137	0.137	95.91	0.096	312.56	110	0.929	0.344	0.379	699.82	724.48	24.66	B6
N8-B8	29	0.029	5.7114	0.006	76.27	63	1.226	0.769	0.846	712.04	724.01	11.97	B7
N8-N9	134	0.134	90.20	0.090	303.11	315	1.231	0.612	0.67	704.72	724.18	19.46	19.464

Tableau N° V-6 : Calculs hydrauliques du réseau de distribution de la variante 1 (Secteur 1 suite).

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diamètre calculé	Dian_Normalise	Vitesse V réelle(m /s)	Perte de charge Linéaire ΔH_t (m)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote piézométrique (m)	Pression au point P(m)	
N9-B9	32	0.032	6.6348	0.007	82.21	90	1.043	0.488	0.537	689.89	723.06	33.17	B9
N9-N10	130	0.13	83.56	0.084	291.75	315	1.073	0.447	0.49	697.55	723.11	25.56	25.555
N10-N11	96	0.096	32.26	0.032	181.28	200	1.027	0.532	0.59	697.28	722.52	25.24	25.240
N11-B10	31	0.031	6.4524	0.006	81.07	90	1.015	0.448	0.493	704.67	722.0	17.36	B10
N11-N12	91	0.091	25.8096	0.026	162.14	160	1.284	1.012	1.114	697.41	721.41	24.00	24.00
N12-B11	30	0.03	6.0192	0.006	78.30	90	0.947	0.381	0.419	690.68	721.0	30.31	B11
N12-N13	86	0.086	19.7904	0.020	141.98	160	0.985	0.579	0.637	702.85	720.77	17.92	17.92
N13-B12	29	0.029	5.7912	0.006	76.80	90	0.911	0.342	0.376	706.91	720.4	13.48	B12
N13-N14	81	0.081	13.9992	0.014	119.41	125	1.141	0.977	1.074	703.1	719.7	16.59	16.59
N14-B13	32	0.032	6.8514	0.007	83.54	90	1.078	0.518	0.570	685.73	719.1	33.39	B13
N14-B14	33	0.033	7.1478	0.007	85.33	90	1.124	0.579	0.637	700.69	719.1	18.37	B14
N10-N17	88	0.088	51.30	0.051	228.59	315	0.659	0.120	0.13	697.28	722.39	25.11	25.107

Tableau N° V-7 : Calculs hydrauliques du réseau de distribution de la variante 1 (Secteur 2).

N17-N18	67	0.067	29.49	0.029	173.32	200	0.939	0.314	0.34	681.36	722.04	40.68	40.682
N18-B19	27	0.027	4.8678	0.005	70.42	75	1.102	0.572	0.63	691.8	721.41	29.61	B19
N18-B20	28	0.028	5.0616	0.005	71.80	75	1.146	0.638	0.70	680.12	721.34	41.22	B20
N18-N19	54	0.054	19.5624	0.020	141.16	160	0.973	0.356	0.39	683.39	721.65	38.26	38.261
N19-B21	32	0.032	6.8856	0.007	83.75	90	1.083	0.523	0.58	695	721.08	26.08	B21
N19-B22	32	0.032	6.6804	0.007	82.49	90	1.051	0.494	0.54	691.95	721.11	29.16	B22
N19-B23	30	0.03	5.9964	0.006	78.15	90	0.943	0.378	0.42	685.7	721.24	35.54	B23
N17-N20	64	0.064	21.8082	0.022	149.04	160	1.085	0.518	0.57	681.36	721.82	40.46	40.458
N20-B24	30	0.03	6.0192	0.006	78.30	90	0.947	0.381	0.42	676.28	721.40	45.12	B24
N20-N21	49	0.049	15.789	0.016	126.82	160	0.786	0.215	0.24	676.02	721.41	45.39	45.394
N21-B25	35	0.035	7.9572	0.008	90.03	90	1.251	0.752	0.83	676.65	720.59	43.94	B25
N21-B26	34	0.034	7.7292	0.008	88.73	90	1.216	0.692	0.761	668.78	720.65	51.87	B26

Variante 2 :

Qui consiste à alimenter le périmètre à partir d'un pompage qui va alimenter un réservoir de stockage sur la rive gauche du périmètre. Cette variante sera testée, pour voir si les pressions de service au niveau des bornes sont suffisantes. De plus, la réalisation d'un réservoir permet un stockage temporaire d'une quantité d'eau durant les périodes sèches.

Pour la variante choisie dans l'adduction-distribution nous avons tenu compte de facteurs suivants :

- La prise d'eau est proche de la station de pompage pour réduire la longueur d'aspiration (<50m).
- Choisit le cheminement le plus court de la conduite de refoulement pour réduire les pertes de charges ainsi que les travaux de terrassement.
- Faciliter l'accès aux ouvrages, et minimiser l'encombrement.
- Eviter les terrains instables, en plus les terrains destinés pour l'agriculture.

1. Les pompes : Les pompes sont des dispositifs utilisés pour aspirer, déplacer ou pour comprimer des liquides et des gaz. Dans toutes les pompes, il faut éviter la cavitation (formation des poches gazeuses), ce qui réduirait le débit et endommagerait le corps de la pompe.

Il existe deux grands types de pompes : les pompes volumétriques qui sont utilisées pour pomper les eaux usées et les turbopompes.

1. a Les turbopompes (pompes centrifuges) : Il existe trois classes de turbopompes : les pompes centrifuges, à écoulement radial ; les pompes axiales, à écoulement axial ; les pompes semi axiales.

1. b Les pompes à écoulement radial : Ce sont les pompes centrifuges au sens strict. Elles permettent de relever des faibles débits sur de fortes hauteurs. La hauteur de refoulement croît avec le diamètre extérieur de la roue.

1. c Les pompes axiales : Ce sont les pompes à hélices où les pales sont constituées par des surfaces gauches. Ces pompes conviennent pour relever de forts débits sur de faibles hauteurs.

1. d Les pompes semi axiales : Pour relever de forts débits sur de faibles hauteurs, on montre que les vitesses d'entrée doivent être faibles. La hauteur de refoulement étant faible, le

diamètre de sortie est relativement faible d'où la construction d'une pompe hélico-centrifuge avec des dimensions importantes. Les diamètres d'entrée et de sortie sont comparables.

V-9 Détermination de la hauteur d'élévation et calcul de la HMT :

A partir du calcul des besoins en eau, on peut tirer le débit caractéristique (pour le mois de pointe), dans notre cas il est de :

$$Q_{\text{équipement}} = 133.3 \text{ l/s} = 0,134 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q = 0,134 \text{ m}^3/\text{s}$$

• **Calcul de la Hauteur manométrique Totale (HMT) :**

Pour un diamètre initial de refoulement de 315 mm estime par la formule de Bonin, on calcule les pertes de charge totale par la formule de colebrook-white:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log\left(\frac{k}{3,7D} + \frac{2,51}{\text{Re}\sqrt{\lambda}}\right) \dots\dots\dots[V.5].$$

λ :

Re : est le nombre de Reynolds

D : diamètre de la canalisation (m)

K : Coefficient de rugosité relative : 0.01

La hauteur d'élévation se calcule comme suit :

$$H_{MT} = H_g + \sum h_p(\text{ref}) \dots\dots\dots[V.6].$$

Avec :

h_g : Hauteur géométrique totale= Hauteur aspiration plus Hauteur de refoulement (m) ;

$\sum h_p(\text{Ref})$: Pertes de charges totales, somme des pertes de charges linéaires et singulières (m) ;

Les pertes de charges singulières sont prises égales à 15 % des pertes de charges linéaires.

Pour notre cas :

Cote radier du réservoir = 735m

Cote départ = 717 m

Soit une hauteur géométrique = **735-717=18 m**

Linéaire refoulement = **200 m**

• **Calcul de la conduite de refoulement : Choix du diamètre économique**

La conduite de refoulement est prévue en PEHD. Son diamètre a été dimensionné pour véhiculer un débit de 134 l/s soit 0.134 m³/s, vers un réservoir projeté qui est prévu en béton armé, de forme circulaire sans coupole. La longueur totale de la conduite de refoulement est de 200 m.

• **Les caractéristiques du système de refoulement sont résumées comme suit :**

- Côte du radier du réservoir : 735.0 m
- Débit à refouler : Q = 114 l/s = 0.114 m³/s
- Nature = PEHD 16 bars, DN = 315mm
- Cote station de pompage : 717.0 m
- Hauteur géométrique(Hg) : 18 m
- Longueur : 200 m

V-9-1 Calcul du diamètre économique :

Ce diamètre prend en compte tous les critères intervenant dans le choix du diamètre de la conduite. Les résultats sont résumés comme suit :

Tableau N° V-8 : Calcul de la hauteur manométrique (Hmt).

Diamètre (mm)	D (mm)	L (m)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Re	λ	ΔHl (m)	ΔHt (m)	Hg (m)	Hmt (m)
110	90	200	134	21.07	1896673.744	0.0109	549.66	604.62	18	622.62
125	102.2	200	134	16.34	1670260.635	0.0107	284.56	313.02	18	331.02
160	130.8	200	134	9.98	1305050.741	0.0102	79.35	87.29	18	105.29
200	163.6	200	134	6.38	1043402.426	0.0098	24.94	27.44	18	45.44
250	204.6	200	134	4.08	834313.9636	0.0095	7.85	8.64	18	26.64
315	257.8	200	134	2.57	662143.67	0.0091	2.38	2.62	18	20.62
400	327.4	200	134	1.59	521382.52	0.0088	0.69	0.76	18	18.76
500	409.2	200	134	1.02	417156.98	0.0085	0.22	0.24	18	18.24

Tableau N° V-9 : Calcul des frais d'amortissement.

D (mm)	Prix ML(TTC)	L (m)	Prix (DA)	ANNUITE	FAmort (DA)
110	844.30	200	168859.08	0.089	15028.46
125	1 093.08	200	218616.84	0.089	19456.90
160	1 786.51	200	357301.62	0.089	31799.84
200	2 805.48	200	561096.9	0.089	49937.62
250	4 340.56	200	868111.92	0.089	77261.96
315	6 881.37	200	1376273.34	0.089	122488.33
400	11 116.05	200	2223210.6	0.089	227840.00
500	17 335.76	200	3467152.26	0.089	308576.55

Tableau N° V-10 : Calcul des frais d'exploitation.

Diamètre (mm)	Q (m ³ /s)	Hmt (m)	Puissance (KW)	E KWh annuels	Prix du Kwh (DA)	F _{exploitation} (DA)
110	0.134	622.62	1023.080	7468484.318	4.69	35027191.45
125	0.134	331.02	543.925	3970655.184	4.69	18622372.81
160	0.134	105.29	173.004	1262928.497	4.69	5923134.649
200	0.134	45.44	74.660	545017.8001	4.69	2556133.482
250	0.134	26.64	43.767	319500.4942	4.69	1498457.318
315	0.134	20.62	33.877	247301.9423	4.69	1159846.109
400	0.134	18.76	30.829	225052.4589	4.69	1055496.032
500	0.134	18.24	29.973	218804.9523	4.69	1026195.226

Tableau N° V-11 : Calcul du bilan total.

D (mm)	Amortissement (DA)	Exploitation(DA)	Bilan (DA)
125	19 456.90	18622372.8	18641829.7
160	31 799.84	5923134.6	5954934.5
200	49 937.62	2556133.5	2606071.1
250	77 261.96	1498457.3	1575719.3
315	122 488.33	1159846.1	1282334.4
400	197 865.74	1055496.0	1283336.0
500	308 576.55	1026195.2	1334771.8

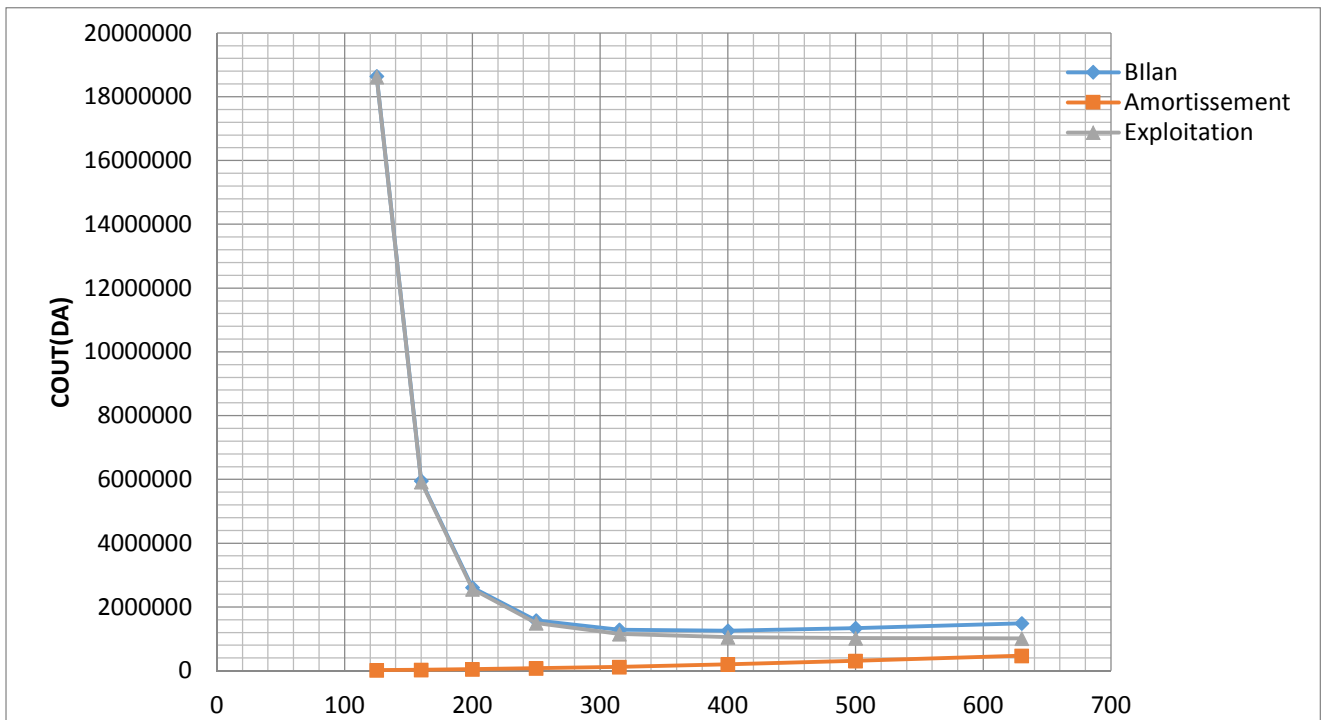


Figure N° V-1 : Graphe du bilan en fonction diamètre.

D'après le graphe du bilan, on remarque que le diamètre économique est de **315 mm**, et une HMT de l'ordre de **21 m**.

V-9-2 Détermination du nombre de pompes :

Notre station de pompage est dimensionnée à partir d'un débit d'équipement, donc il faudra choisir un nombre de pompes qui assure ce débit.

Il faut aussi assurer un fonctionnement de secours, par une ou deux pompes de secours, pour les utiliser en cas de panne. On prévoit une seule pompe de secours. Le nombre de pompes principales repose sur le rendement et la puissance.

V-9-3 Choix du nombre pour la pompe centrifuge :

Avec la même procédure, on détermine le nombre de pompes optimal pour ce type de pompes, en se basant sur un fournisseur de pompes. Dans notre thèse, on s'est référé sur les catalogues de logiciels fourni par le constructeur Caprari :

2/ pour $n=2$:

$$Q_{cal} = \frac{Q_f}{n} = \frac{114}{2} = 57 \text{ l/s}$$

D'autre part on a HMT = 21 m

D'après le catalogue Caprari, on trouve que cette pompe a les caractéristiques suivantes:

-MEC-A2/125

-Le rendement $\eta = 78 \%$

-Diamètre de la roue (da) = 150 mm

-La vitesse de rotation (n) = 1450tr/min

-Puissance absorbée (Pa) = 24.7 Kw

NPSHr = 2.93 m

3/ pour $n=3$:

Pour le nombre de pompes principales égales à 3 on a

$$Q_{cal} = \frac{Q_f}{n} = \frac{114}{3} = 38 \text{ l/s}$$

D'autre part on a HMT = 21.0 m

D'après le catalogue Caprari, on trouve que cette pompe a les caractéristiques suivantes:

- MEC-A3/125

-Le rendement (η) = 73.2%

-Diamètre de la roue (da) = 125 mm

-La vitesse de rotation (n) = 1450 tr/min

-Puissance absorbée (Pa) = 38.5 Kw

-NPSHr = 2.44 m

V-9-4 Choix du nombre de pompes :

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

Pour le choix des pompes on a deux types de pompe qu'on peut utiliser, des pompes centrifuges, donc notre choix est basé sur le nombre, et le type des pompes à utiliser.

Les critères à respecter dans le choix sont :

- Nombre minimal de pompes
- Rendement plus important.

- NPSH requis minimum.
- Puissance absorbée minimale
- Le nombre de tours par minutes plus important.

Les pompes choisies à partir du logiciel Caprari sont des pompes centrifuges monocellulaires à axe horizontal.

Les caractéristiques de la pompe sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau N°VII.12 : Variantes pour le choix du nombre de pompes.

N	Q (l/s)	H _{mt} (m)	Type de la pompe	η (%)	N (tr/min)	P abs (KW)	NPSHr (m)
1	/	/					
2	57	21	MEC-A2/125	78.0	1450	24.7	2.93
3	38.0	21.	MEC-A3/125	73.2	1450	38.5	2.44

Nombre minimal de pompes : 2 pompes pour les raisons technico-économiques suivantes :

Rendement plus important : 78 % ;

Puissance absorbée minimale : 24.7 Kw ;

Donc on opte pour un groupe électropompe, constitué de deux (020 pompes) centrifuges monocanal (monobloc) à axe horizontal et palier de base à roulements à bain d'huile.

Les calculs hydrauliques pour la variante (2) avec pompage sont détaillés comme suit :

Chapitre V : Etude du système d'adduction

Tableau N° V-13: Calculs hydrauliques du réseau de distribution de la variante 2 avec pompage (Secteur 1).

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Dian_Normalise	Vitesse V réelle(m /s)	Perte de charge Linéaire Δ Ht (m)	Perte de charge total Δ Ht (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote peiezometrique (m)	Pression au point P(m)	
N1-N2	415	0.415	133.27	0.133	368.43	400	1.061	1.043	1.15	718.56	738.85	20.293	20.293
N2-B1	28	0.028	5.529	0.006	75.05	75	1.252	0.539	0.592	710.44	738.26	27.82	B1
N2-N3	91	0.091	128.04	0.128	361.14	400	1.019	0.212	0.23	707.73	738.62	30.89	30.890
N3-B2	18	0.018	2.2686	0.002	48.07	63	0.728	0.216	0.237	706.8	738.38	31.58	B2
N3-N4	212	0.212	125.78	0.126	357.93	400	1.001	0.477	0.53	703.68	738.09	34.41	34.415
N4-B3	25	0.025	4.104	0.004	64.66	63	1.317	0.918	1.010	705.89	737.08	31.19	B3
N4-N5	117	0.117	121.66	0.122	352.03	400	0.969	0.247	0.27	706.29	737.82	31.53	31.532
N5-B4	36	0.036	8.7438	0.009	94.37	110	0.921	0.338	0.372	706.48	737.45	30.97	B4
N5-N6	157	0.157	112.92	0.113	339.14	400	0.899	0.288	0.32	699.12	737.51	38.39	38.385
N6-B5	26	0.026	4.3662	0.004	66.69	75	0.989	0.448	0.493	690.37	737.01	46.64	B5
N6-N7	144	0.144	108.55	0.109	332.52	400	0.864	0.246	0.27	698.63	737.24	38.61	38.605
N7-B6	36	0.036	8.8236	0.009	94.80	110	0.929	0.344	0.379	699.82	736.86	37.04	B6
N7-B7	24	0.024	3.819	0.004	62.37	63	1.226	0.769	0.846	712.04	736.39	24.35	B7
N7-N8	137	0.137	95.91	0.096	312.56	315	1.231	0.612	0.67	704.72	736.56	31.84	31.842
N8-B8	29	0.029	5.7114	0.006	76.27	90	0.898	0.333	0.366	709.19	736.20	27.01	B8
N8-N9	134	0.134	90.20	0.090	303.11	315	1.158	0.533	0.59	699.77	735.98	36.21	36.206

Tableau N° V-14: Calculs hydrauliques du réseau de distribution de la variante 2 (Secteur 1 suite).

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Dian_Normalise	Vitesse V réelle(m /s)	Perte de charge Linéaire ΔH_t (m)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote piézométrique (m)	Pression au point P(m)	
N9-B9	32	0.032	6.6348	0.007	82.21	90	1.043	0.488	0.537	689.89	735.44	45.55	B9
N9-N10	130	0.13	83.56	0.084	291.75	315	1.073	0.447	0.49	697.55	735.48	37.93	37.934
N10-N11	96	0.096	32.26	0.032	181.28	200	1.027	0.532	0.59	697.28	734.90	37.62	37.618
N11-B10	31	0.031	6.4524	0.006	81.07	90	1.015	0.448	0.493	704.67	734.4	29.74	B10
N11-N12	91	0.091	25.8096	0.026	162.14	160	1.284	1.012	1.114	697.41	733.78	36.37	36.37
N12-B11	30	0.03	6.0192	0.006	78.30	90	0.947	0.381	0.419	690.68	733.4	42.69	B11
N12-N13	86	0.086	19.7904	0.020	141.98	160	0.985	0.579	0.637	702.85	733.15	30.30	30.30
N13-B12	29	0.029	5.7912	0.006	76.80	90	0.911	0.342	0.376	706.91	732.8	25.86	B12
N13-N14	81	0.081	13.9992	0.014	119.41	125	1.141	0.977	1.074	703.1	732.1	28.97	28.97
N14-B13	32	0.032	6.8514	0.007	83.54	90	1.078	0.518	0.570	685.73	731.5	45.77	B13
N14-B14	33	0.033	7.1478	0.007	85.33	90	1.124	0.579	0.637	700.69	731.4	30.75	B14
N10-N17	88	0.088	51.30	0.051	228.59	315	0.659	0.120	0.13	697.28	734.77	37.49	37.486

Tableau N° V-15: Calculs hydrauliques du réseau de distribution de la variante 2 (Secteur 2)

N17-N18	67	0.067	29.49	0.029	173.32	200	0.939	0.314	0.34	681.36	734.42	53.06	53.061
N18-B19	27	0.027	4.8678	0.005	70.42	75	1.102	0.572	0.63	691.8	733.79	41.99	B19
N18-B20	28	0.028	5.0616	0.005	71.80	75	1.146	0.638	0.70	680.12	733.72	53.60	B20

Chapitre V : Etude du système d'adduction

N18-N19	54	0.054	19.5624	0.020	141.16	160	0.973	0.356	0.39	683.39	734.03	50.64	50.639
N19-B21	32	0.032	6.8856	0.007	83.75	90	1.083	0.523	0.58	695	733.45	38.45	B21
N19-B22	32	0.032	6.6804	0.007	82.49	90	1.051	0.494	0.54	691.95	733.49	41.54	B22
N19-B23	30	0.03	5.9964	0.006	78.15	90	0.943	0.378	0.42	685.7	733.61	47.91	B23
N17-N20	64	0.064	21.8082	0.022	149.04	160	1.085	0.518	0.57	681.36	734.20	52.84	52.836
N20-B24	30	0.03	6.0192	0.006	78.30	90	0.947	0.381	0.42	676.28	733.78	57.50	B24
N20-N21	49	0.049	15.789	0.016	126.82	160	0.786	0.215	0.24	676.02	733.79	57.77	57.773
N21-B25	35	0.035	7.9572	0.008	90.03	90	1.251	0.752	0.83	676.65	732.96	56.31	B25
N21-B26	34	0.034	7.7292	0.008	88.73	90	1.216	0.692	0.761	668.78	733.03	64.25	B26



Discussion des résultats

D'après les tableaux de calculs des pressions obtenues, on remarque que les pressions des bornes sont relativement supérieures à celles obtenues sans réservoir.

En effet, pour la deuxième variante (Pompage-Réservoir), les pressions aux bornes sont généralement supérieures à trois bars, ce qui est très satisfaisant et permet l'implantation de plusieurs systèmes d'irrigation.

Pour les deux méthodes de calcul, nous avons obtenu des pressions satisfaisantes, généralement supérieures à trois (3) bars, ce qui est suffisant pour la projection d'un réseau d'irrigation que ce soit par aspersion ou par goutte à goutte.

V-9-5 Dimensionnement du réservoir de stockage :

Pour assurer une irrigation en continue (variante 2), un réservoir de stockage est utile.

Pour le dimensionnement de ce réservoir, on a les données suivantes :

- Le besoin maximum journalier = 134 l/s = 482.4 m³/h
- Le temps de fonctionnement est de 22h/j.

Donc le volume du réservoir est de $V = Q \cdot t$

$$V = 480.4 \cdot 22 = 965 \text{ m}^3$$

Le réservoir projeté est prévu en béton armé, sera de forme circulaire sans coupole et d'une capacité de 1000 m³. Il présente les caractéristiques suivantes :

Tableau N° V-16 : Dimensions du réservoir de stockage.

Volume	1000 m³
Côte du radier du réservoir	735 .0 m
Côte trop plein du réservoir	740.0 m
Diamètre intérieur du réservoir	16.00 m
Hauteur du réservoir	5.0 m
Epaisseur de la paroi	0.40 m



V. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié le système d'adduction du périmètre de l'oued Rahil, cette phase de calcul nous a permis :

De calculer le réseau d'adduction qui est constitué d'une conduite de refoulement en diamètre 400 mm

De projeter le réseau de distribution, du réservoir vers les bornes d'irrigation à travers un système de canalisation en fonte et en PEHD.

De s'assurer des pressions des bornes, qui sont nécessaires à toute projection d'un réseau d'irrigation, ce qui permettra une intensification de l'irrigation dans ce périmètre par les méthodes modernes telles que le système goutte à goutte ou l'aspersion.

Chapitre VI

Choix de la technique d'irrigation

VI. Introduction

L'humidité du sol à l'état naturel est souvent insuffisante, et pour garantir un rendement optimum des cultures, on a recours à l'irrigation. Il existe plusieurs techniques ou modes d'irrigation. Dans ce chapitre on développe ces différentes techniques, en essayant de nous focaliser sur leurs caractéristiques, ceci en vue de choisir les techniques les mieux adaptées au type de culture de notre périmètre.

VI-1 Techniques d'arrosage :

Selon le caractère de l'exécution de l'arrosage, on distingue :

a. Irrigation de surface (par gravité) :

Qui consiste à laisser couler l'eau à la surface de la rigole, ou inonder le sol et le laisser saturer jusqu'à une certaine profondeur (submersion, par ruissellement, à la raie).

b. Irrigation localisée :

L'irrigation localisée ou micro irrigation, est une méthode qui regroupe plusieurs systèmes de distribution de l'eau à la parcelle.

c. Irrigation par aspersion :

L'irrigation par aspersion est basée sur le principe d'une utilisation de l'eau aux plantes sous forme de pluie artificielle, elle est recommandée dans les cas de grandes parcelles.

d. Irrigation souterraine :

L'irrigation souterraine peut être définie comme l'action de fournir l'eau aux plantes en dessous de la surface du sol, en maintenant une nappe d'eau artificiellement élevée, de façon à maintenir la meilleure combinaison d'eau et d'air dans la zone des racines pour des rendements maximaux.

VI-2 Irrigation de surface (par gravité) :

Cette technique nécessite un gros volume d'eau par unité de surface, le procédé consiste en une distribution de l'eau suivant la pente topographique du terrain. Elle est subdivisée en :

VI-3 L'irrigation par ruissellement :

Cette méthode consiste à faire couler l'eau sur la surface du sol qui s'y infiltre verticalement. On laisse l'eau s'écouler le temps qu'il faut pour que le sol puisse s'humecter jusqu'à la profondeur de la couche active.

a) Les avantages de l'irrigation par ruissellement (par planches ou par calant) :

- Les investissements pour l'équipement sont peu élevés.
- Pas de dépense pour la mise sous pression de l'eau.

- possibilité de lessivage sans risques d'érosion.
- Matériel d'irrigation assez simple.

b) les inconvénients :

- Temps d'irrigation important.
- Nécessité de nivellement et son entretien.
- Pertes importantes d'eau.

VI-4 l'irrigation par submersion :

Elle se pratique en recouvrant le sol avec une couche d'eau épaisse qui séjournera le temps nécessaire pour qu'elle s'infiltré à la profondeur utile. Cette profondeur est fonction des besoins nécessaire pour la croissance des plantes. 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, en particulier dans le cas dans l'irrigation des rizières.

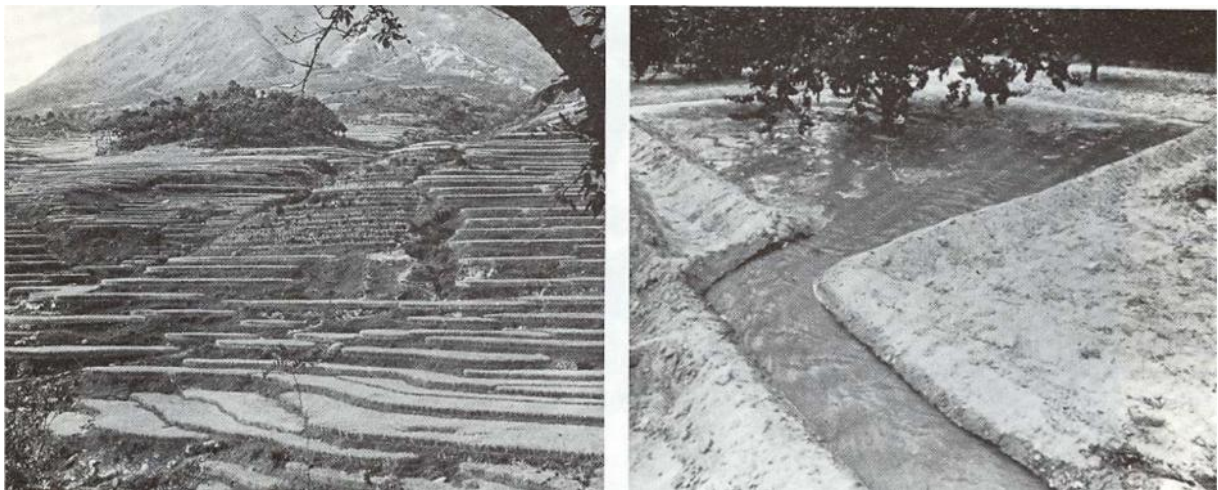


Figure N° VI-1: a) Irrigation par bassins à flanc de coteau

Figuré N° VI-2: b) Irrigation par bassins pour arbres fruitiers

a) Les avantages de l'irrigation par submersion :

- Destruction des adventices.
- Protégé contre le gel.

b) Les inconvénients l'irrigation par submersion :

- Tassement du sol.
- Diminution de la porosité d'où diminution de la perméabilité.
- Nécessité d'assainissement ou d'un drainage superficiel ou souterrain.

- Nécessite de gros volumes d'eau.

VI-5 Arrosage par infiltration (à la raie) :

C'est la plus connue dans l'irrigation gravitaire, 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.



Figuré N° VI-3: Irrigation par rigole.

a) les avantages :

- Pas de danger d'érosion, ni de formation de croûtes.
- L'accès est facile au terrain.
- Technique simple et s'adapte à plusieurs cultures en lignes

b) Les inconvénients :

- Grandes pertes d'eau.
- Exigence en main d'œuvre.
- Développement des mauvaises herbes et des adventices.

VI-6 Irrigation localisée :

L'eau parvient aux cultures au moyen de tuyaux munis de goûteurs et s'écoulent par ceux-ci sous forme de gouttes avec un faible débit.



Figure N° VI-4 : Parcelle équipée d'un système d'irrigation goutte à goutte.

Cette technique demeure toutefois la technique d'irrigation la plus efficace bien qu'adaptée aux cultures à faible enracinement, nécessitant des apports fréquents. Comme le maraîchage, ou des cultures à faible densité de plantation et à forte valeur ajoutée telle que les cultures fruitières.

a) Caractéristiques du goutte à goutte :

L'installation à la parcelle est entièrement fixe, n'arrose qu'une fraction du sol et limite donc la surface mouillée, de ce fait on limite les pertes par évaporation. Pour les arrosages, on utilise de faibles débits (2 à 12 l/h) avec une faible pression (souvent 1 bar), on met en œuvre des équipements légers, les transferts d'eau sont faciles, donc l'alimentation hydrique des plantes est plus régulière, il s'ensuit une meilleure efficacité de l'eau d'irrigation. Le système goutte à goutte convient bien à l'irrigation fertilisante.

b) Composition d'une installation goutte à goutte

1-Point de fourniture d'eau :

Une crépine filtrante peut être nécessaire si la ressource en eau, constituée par un petit barrage (lac collinaire) ou un cours d'eau, contient de la matière organique ou des particules en suspension, mais non si elle est relativement propre (Veschambre & Vaysse, 1980).

2- L'unité de tête :

Cette unité est reliée au point de fourniture d'eau elle permet de réguler la pression et le débit, de filtrer l'eau et d'y introduire des éléments fertilisants. Parfois, des régulateurs de pression et des filtres secondaires sont placés en tête des portes rampes ou même des rampes.

Pour introduire des éléments fertilisants, on utilise le plus souvent un réservoir que l'on remplit d'engrais solubles, azote en particulier : c'est un petit récipient sous pression avec une entrée et une sortie.

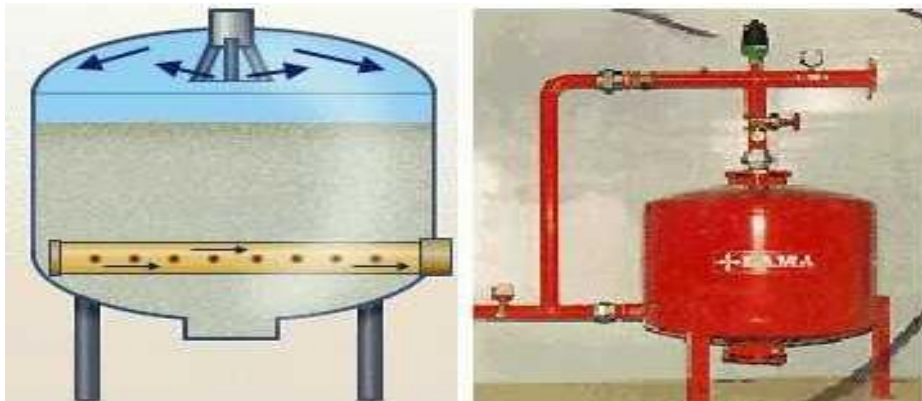


Figure N° VI-5 : Filtre à gravier.

3- Conduites et rampes

- **La conduite principale :**

C'est la conduite qui relie au point de fourniture d'eau les divers porte-rampes. Elle peut être en amiante ciment, en PVC rigide, en polyéthylène (PE) à haute densité peut également être utilisé.

- **Le porte-rampes :**

C'est la conduite qui alimente les rampes d'un seul côté ou des deux côtés. Ils peuvent être soit en polyéthylène moyenne densité (PE), soit en chlorure de polyvinyle rigide (PVC).

- **Les rampes :**

Ce sont les conduites qui généralement en PEBD (polyéthylène basse densité), et sont équipés de distributeurs. Les distributeurs y sont fixés avec un espacement prédéterminé.

- **Les distributeurs :**

Les distributeurs constituent la partie essentielle de l'installation. C'est à partir d'eux que l'eau sort, à la pression atmosphérique, en débits faibles et réguliers (quelques l/h). Il existe de nombreux types différents, des ajutages ou des mini diffuseurs dont le débit est un peu plus important (quelques dizaines de l/h).

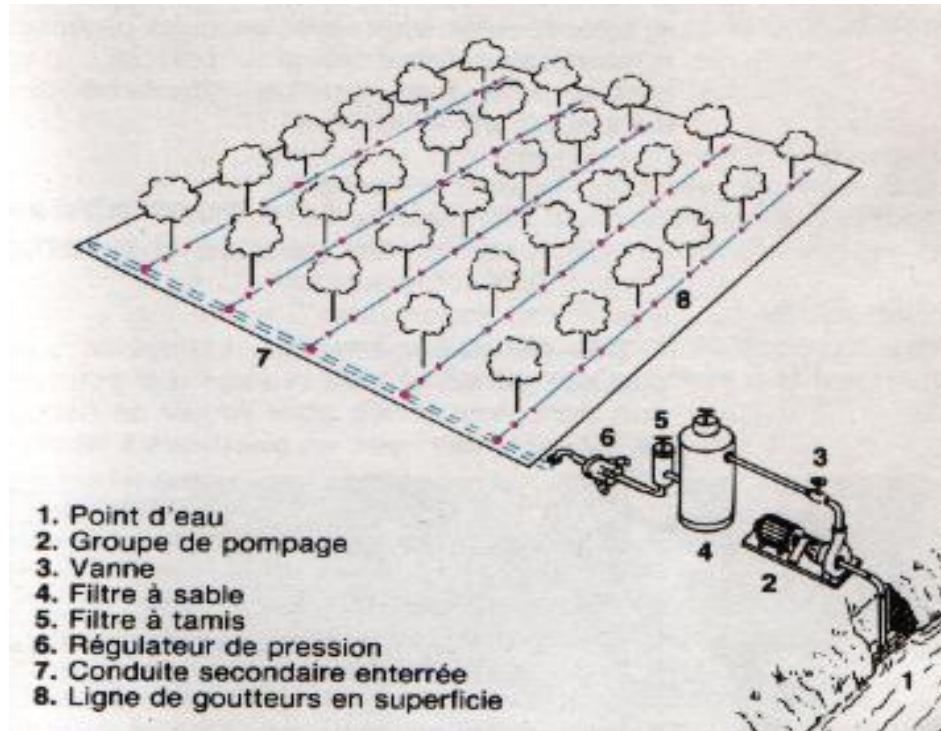


Figure N° VI-6 : Composantes d'un système d'irrigation localisée.

b) les Avantages :

- Meilleur développement des cultures dû à l'humidification permanente de la couche active de sol.
- Economie d'eau et de main d'œuvres (système fixe).
- Réduction des mauvaises herbes.
- Réduction de l'évaporation.
- Economie d'engrais.
- Présente une facilité d'automatisation.

c) Les inconvénients :

- Coût relativement élevé du matériel, qui peut être facilement amorti selon les cultures.
- Risque d'obstruction des goutteurs.
- Nécessité d'une main d'œuvres spécialisée.
- Apte seulement pour les cultures en ligne.

VI.7 Irrigation par aspersion :

L'eau provient aux cultures sous forme de pluie artificielle, grâce au différents asperseurs alimentés en eau sous pression. Elle est recommandée dans les cas suivants:

sols de faible profondeur. Par contre, elle est à écarter dans les régions très régulièrement ventées où les vents supérieurs à 4 ou 5 m/s dégradent considérablement l'homogénéité de l'arrosage



Figure N° VI-7 : exemple d'une Irrigation par aspersion.

a) Les avantages :

- Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer
- Provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie
- Economie d'eau
- Possibilité d'automatisation du système d'irrigation
- Nécessite moins de mains d'œuvres dans le cas d'une installation fixe.

b) les inconvénients

- Coût très élevé (prix d'achat du matériel très important).
- Une évaporation intense si les gouttes d'eau sont fines
- Tassement du sol
- Favorise le développement des mauvaises herbes
- Le déplacement des conduites après arrosage peut être difficile
- L'homogénéité de l'arrosage est dégradée si la vitesse de vent est importante
- Présente un risque pour les plantes (feuillage) en cas d'utilisation des eaux salées.

1. Les installations mobiles

Portatives comprennent des canalisations principales ainsi que des rampes pouvant être déplacées à la main. De ce fait, les conduites formant l'ensemble du système doivent être légères, facilement raccordables et détachables les unes des autres. Elles sont habituellement en aluminium léger ou en alliage d'aluminium et sont présentées en segments, munies de raccords rapides et mesurant en général 6 m de longueur.

2. Les installations semi-mobiles

Ces installations sont portatives et ont des canalisations principales qui sont fixes et enterrées à intervalles réguliers. En général, la station de pompage est permanente, elle est située de manière à réduire le trajet de l'eau. Les canalisations fixes sont généralement en acier ou en amiante-ciment et sont protégées contre la corrosion. D'autres variantes existent, en combinant les tuyaux flexibles.

3. Les installations permanentes

(Ou couverture totale), où les conduites principales et les rampes sont enterrées, se rencontrent principalement dans les exploitations de vergers.

4. Les installations temporaires

sont des systèmes mobiles ou semi-mobiles ayant la particularité d'avoir assez de canalisations pour pouvoir être montés au moment de la plantation et laissés en place jusqu'à la dernière irrigation avant la récolte.

5. Aspersion mécanisée

Les systèmes de rampe pivotante et de rampe frontale sont des installations utilisées essentiellement dans les grandes exploitations. Elles possèdent un mécanisme d'entraînement programmable qui sert à déplacer les éléments.

Elles possèdent un mécanisme d'entraînement programmable qui sert à déplacer les éléments. Le système de rampe pivotante est constitué d'une conduite avec arroseurs, supportée à l'une de ses extrémités par une tour à pivot central, une série de tours munies de roues et un moteur électrique (ou hydraulique). La conduite peut mesurer de 100 à 500 m, pouvant irriguer jusqu'à 75 ha. Les débits sont de l'ordre de 250 à 850 m³/h pour une pression de 6 bars.

VI-8 Choix de la technique d'arrosage :

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable, il est nécessaire de connaître toutes les contraintes de chaque type d'arrosage.

Une analyse multicritères des techniques d'arrosage basée sur différentes contraintes est nécessaire pour aboutir au choix de la technique d'irrigation la plus adéquate pour la zone considérée, notre analyse est détaillée comme suit :



VI. Conclusion

Il existe une multitude de système d'irrigation que l'ingénieur doit analyser et choisir.

Dans notre projet, compte tenu des critères détaillés dans le tableau précédent, on opte pour le système d'irrigation par aspersion et par goutte à goutte, ces deux systèmes présentent la meilleure efficience en eau, indispensable dans une zone semi-aride telle que la wilaya d'Ain Defla et permettent de meilleurs rendements des cultures.

CHAPITRE VII

Dimensionnement d'un réseau d'irrigation

VII. Introduction

Tel qu'énoncé dans le chapitre précédent, l'aspersion et l'irrigation localisée représentent deux techniques qui doivent être vulgarisées dans la région de l'oued Rahil, et cela vu leurs avantages sur les rendements des cultures.

L'irrigation gravitaire reste encore trop consommatrice en volume d'eau, en particulier pour l'arboriculture, et reste inappropriée pour la céréaliculture.

VII-1 Les différents dispositifs de l'irrigation par aspersion :

On peut classer les équipements d'irrigation par aspersion en deux (02) types : les couvertures d'asperseurs et les machines à irriguer.

1)-Couverture totale

Avec la couverture totale, le champ est entièrement couvert de rampes. En cours de saison, on déplace manuellement les cannes munies de leurs asperseurs d'un poste à l'autre tout le long de la rampe. Etant donné que chaque rampe n'alimente qu'un asperseur à un instant donné, on utilise des tuyaux de faible diamètre et de faible coût. En outre le déplacement de matériel à effectuer ne représente pas un travail trop considérable.

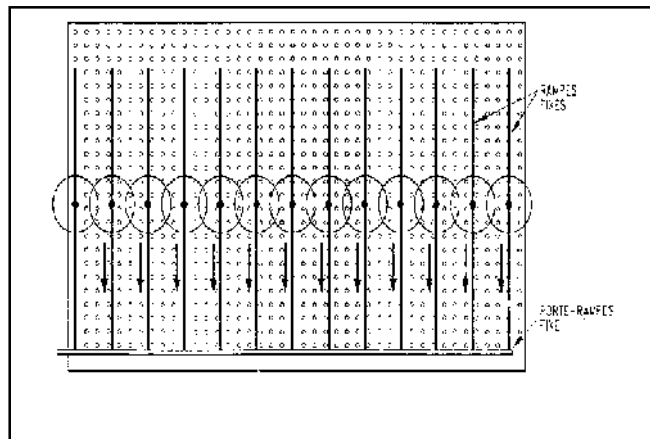


Figure N° VII-1 : Exemple d'une couverture totale.

2) – Couverture intégrale

La couverture intégrale consiste à disposer les rampes sur la parcelle et à les équiper de l'ensemble des asperseurs, en début de campagne.

Une fois posé, l'ensemble n'est plus déplacé pendant toute la saison d'irrigation.

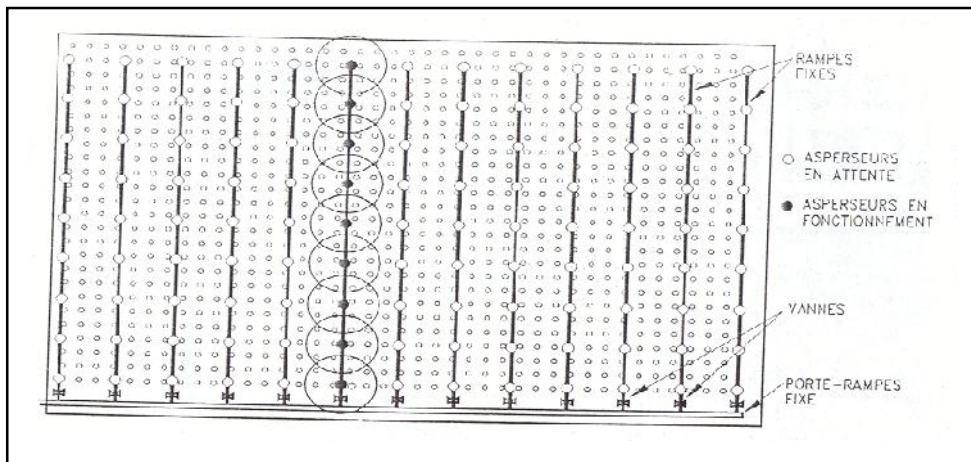


Figure N° VII-2 : Exemple d'une Couverture intégrale.

VII-2 Facteurs déterminant les performances d'un arroseur par aspersion :

1) buse de l'arroseur

Le débit d'un arroseur est directement lié au diamètre de la buse, dont il est équipé. Dans de l'irrigation par aspersion, le diamètre varie de 2 à 30 mm.

2) pression

Pour une même buse, le débit et la portée de l'arroseur augmentent avec la pression. L'arrosage par aspersion exige une pression de service minimale de 3 bars.

3) Pluviométrie horaire

La vitesse d'arrosage (pluviométrie horaire) dépend essentiellement de la nature du sol, de la couverture végétale, et de la topographie. Elle est exprimée comme suite :

$$p = \left(\frac{1000 * Q}{S} \right) \dots \dots \dots [VII.1].$$

P : pluviométrie horaire (mm/h).

Q : débit d'appareil (m³/h).

S : surface circulaire couverte par l'appareil en m².

P : peut varier de quelque mm /h à plusieurs dizaines de mm/h suivant les appareils (elle varie souvent de 2 à 15 mm/h).

4) Portée du jet

C'est la distance de l'appareil au point du rayon arrosé. Elle peut être exprimée quelque soit la forme du diamètre d'arroseur.

La portée R permet de définir la surface circulaire arrosée S par l'appareil, pour les petit asperseur le jet varie de 6m à 20 m.

$S = \Pi * R^2$, R varie de quelques mètres jusqu'à 80 m suivant le type d'appareil, ou S varie de dizaine de m² a quelques hectares pour les grandes canons.

VII-3 Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par Aspersion :

Le dimensionnement par aspersion, nécessite au préalable de quantifier certains paramètres nécessaires à la mise en œuvre de cette technique.

Données générales

- **Choix de la culture** : étant donné les cultures mises en places et très appréciées dans la région, nous avons choisi l'irrigation de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) par aspersion. l'irrigation par aspersion peut contribuer à augmenter les rendements de cette culture.

- **Choix de l'ilot** : l'ilot choisi pour l'arrosage par aspersion est l'ilot N°13, la parcelle choisie est d'une superficie de 2.34 ha, qui dispose d'une pression aux bornes de 4.5 bars (variante avec pompage).

- **Choix du mode de couverture** : pour des raisons économiques, on adopte pour la couverture totale.

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

Besoins en de pointes : 136 mm pour le mois d'Avril.

Perméabilité du sol : le sol est de type limoneux-argileux avec une permeabilité estimée de :
 $K = 7 \text{ mm/h}$.

Dose pratique : RFU : elle est calculée comme suit :

$$\text{RFU} = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot D_a \cdot Z \dots \dots \dots [\text{VII.2}].$$

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

Da : densité apparente : égale à 1.35

Z : profondeur d'enracinement mm (60 cm pour la pomme de terre)

Hcc : humidité à la capacité au champ (27%)

Hpf : humidité au point de flétrissement (16%).

$$\text{RFU} = (27-16)/100 * 0.6 * 1000 * 1.35 * 2/3 = \mathbf{59.4 \text{ mm}}$$

A) Dimensionnement théorique

Le diamètre de l'ajutage

La perméabilité du sol $K= 7\text{mm/h}$.

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

Le diamètre de la buse se calcul, par la relation 29 :

$$p = \frac{1.5 \cdot d}{1.04} \dots\dots\dots[\text{VII.3}].$$

D'où : $d = \frac{7 \cdot 1,04}{1,5} = 4,85 \text{ m}$

D'après la fiche technique d'un arroseur de type PERROT (Voire annexe 4), le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de 4.8 mm.

La portée du jet (L)

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

$$L = 3 \cdot d^{0,5} \cdot h^{0,25} \dots\dots\dots[\text{VII.4}].$$

Ou d : diamètre de la buse (mm)

h : pression à la buse (m), dans notre cas $P= 3 \text{ bars}$, $h=30\text{m}$.

$$L = 3 \cdot (4.80)^{0,5} \cdot 30^{0,25} = 15.38 \text{ m}$$

Théoriquement, cette formule est valable, mais demande encore plus de précision en fonction du diamètre choisi et recommandé par le fournisseur. D'après le catalogue (voir annexe 5), pour le diamètre de la buse de 4,80mm à une pression minimale de 3 bars (fixé au niveau de l borne) la portée calculée est de 15,5m.

Ecartements entre les rampes et arroseurs

En fonction de la vitesse du vent, les normes américaines recommandent l'écartement maximum suivant :

E_l entre les lignes d'arrosage : 1,3 (vent faible) à 1,02 L (vent fort).

E_a entre les arroseurs sur la rampe : 0,8 (vent faible) à 0,5 L (vent fort).

Les valeurs maximales correspondent à des conditions de vent peu violent ($<10\text{Km/h}$).

Notre zone d'étude présente des vitesses pour des de vents faibles de l'ordre de $2,45 \text{ m/s} = 8.6 \text{ Km/h}$, donc on prend les valeurs suivantes :

$$E_l = 1,25 \cdot 1,55 = 1,937 \text{ m}$$

$$E_a = 0,82 \cdot 1,55 = 1,271 \text{ m}$$

On prend les valeurs normalisées des écartements.

$E_l=18m$, $E_a=12m$.

Débit de l'asperseur

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

$$q = 0,95 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = 0,95 \cdot \frac{3,14 \cdot (4,80 \cdot 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 30} = 0.0004 m^3/s \dots [VII.5].$$

Avec q débit de l'asperseur (m3/s).

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 :

$$p = \frac{q}{E_l \cdot E_a} \dots \dots \dots [VII.6].$$

D'où $p = \frac{1,5}{18 \cdot 12} = 6.9 mm/h$

Donc le diamètre de la buse choisi assurera une pluviométrie **$P \leq K=7mm/h$** .

Calcul du tour d'eau

$$T_{eau} = \frac{Dose_{RFU.NJ}}{Bmp} \dots \dots \dots [VII.7].$$

Dose= RFU=59.4 mm

$T_{eau} = (59.4 \cdot 25) / 135 = 10$ jours

On prend un $T_{eau} = 10$ jours, on irrigue chaque **10 jours**

Nombre d'irrigation par mois : donc on irrigue **3 fois/mois**

Efficiencie d'irrigation =0.75

nouvelle dose brute=10 x4.5 mm /0.75= 60 mm

Temps d'arrosage par position sans dépasser la capacité d'infiltration

$$T_a = \frac{dose}{p}$$

La dose d'irrigation =RFU/0.75

Dose= 60 mm

P=6.95 mm/h d'où

$$T_a = \frac{60}{7} = 8.57 \text{ heures}$$

Donc **Ta = 9 heures**

Donc on pourra adopter deux 2 positions par jour pour un asperseur, ce qui donne un temps d'arrosage de 18 h temps de fonctionn=18+ 2 h sans dépasser 20 heures.

Calcul du volume fourni par un asperseur par mois

V= nbr de position par jour * nbr d'irrigation par mois * Dose*Ea*Ei

$$V = (2*25*60*12*18)/1000 = 648 \text{ m}^3$$

Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle

Vt = besoins mensuels en eau * surface

$$Vt = 135/1000 * 130 * 180 = 3159.0 \text{ m}^3$$

Nombre d'asperseurs pour toute la parcelle

Nasp = (surface à arrosée (m2) / (implantation *nombre de poste /tours d'eau)

$$\text{Surface} = 180*130 = 23\,400 \text{ m}^2$$

$$\text{Implantation} = 12*18 = 216 \text{ m}^2.$$

Nombre de poste /tour d'eau =2

$$N_{asp} = \frac{23400}{12*18*2} = 55 \text{ asperseurs} \dots\dots\dots [\text{VII.8}].$$

Longueur des rampes

Cette étape de dimensionnement diffère d'une parcelle à une autre car elle basée sur les dimensions de la parcelle ainsi que la façon dont on projette le réseau d'aspersion, dans notre cas nous avons :

Longueur de la rampe (Lr) = Largeur terrain/2- Ea/2.

$$130/2 - (12/2) = 59 \text{ m}$$

Nbre asperseur/rampe = Lr/Ea = 59/12 +1 = 6 asperseurs.

Nombre de position des rampes

$$N_r = \frac{lr}{E_l} = \frac{130}{18} \approx 7 \dots\dots\dots [\text{VII.9}].$$

Lr: longueur du terrain = 130 m, E espacement entre les rampes (=18m).

Le nombre de poste égale à 14 postes.

Debit des rampes

$Q_{asp} \cdot N_{br} = 1.5 \cdot 6 = 9.0 \text{ m}^3/\text{h}$.

Debit du porte_rampes = $Q_{rampe} \cdot N_{rampe} = 9.0 = 12 \text{ m}^3/\text{s}$.

VII-4 Dimensionnement hydraulique des rampes :

Calcul des pertes de charge :

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

$$j = a \frac{Q^b}{D^c} \dots\dots\dots [\text{VII.10}].$$

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

Q : débit en m³/s.

D : diamètre de la canalisation en m.

La formule de Manning correspond aux paramètres suivants :

a=10.294 n² ; b=2 ; c=5.333

Soit une rampe équipée de m asperseurs, implantés à un écartement E, avec un asperseur disposé à une distance E du début de la rampe.

L'estimation des pertes de charge totale dans la rampe peut être estimée par deux méthodes :

1) La méthode itérative

$$\Delta H = \left[\frac{a \cdot Q^b}{D^c} \right] \cdot E \cdot \frac{1}{m^b} \sum_{i=1}^m i^b \dots\dots\dots [\text{VII.11}].$$

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

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

$$\Delta H = j \cdot L_f \dots\dots\dots [\text{VII.12}].$$

Soit F_c le rapport entre la longueur réelle de la rampe et la longueur fictive qui s'écrit :

$$Fc = \frac{1}{m^{b+1}} \sum_{i=1}^m i^b \dots\dots\dots[VII.13].$$

Cette équation peut être remplacée par une bonne approximation qui s'écrit

$$Fc = \frac{1}{b+1} + \frac{1}{2 \cdot m} + \frac{\sqrt{b-1}}{6 \cdot m^2}$$

Dans notre cas le premier asperseur d'une rampe va être disposé à une distance de son origine égale à la moitié de l'écartement E. le rapport Lf/Lr vaudra

$$Fm = \frac{Fc - \frac{1}{2 \cdot m}}{1 - \frac{1}{2 \cdot m}} \dots\dots\dots[VII.14].$$

L'application de la règle de Christiansen conduit à imposer une perte de charge maximale de 20% de la pression de fonctionnement (P=3bars =30m) entre le premier asperseur et l'asperseur le plus défavorisé, soit ΔH = 6m.

1) **La méthode basée sur les vitesses dans la rampe**

Longueur de la rampe L= 59 m.

Nombre d'asperseur par rampe : N_{asp / rampe} 6 asp.

Nombre de rampes qui travaillent en même temps :

N_{r_w} = N_{ach} / (nbr asp/ rampe) = 6/6= 1 rampe

On travaille avec une (1) seule rampe

Calcul du débit de rampe = le débit de l'asperseur × le nombre d'asperseur/ rampe.

Le débit de la rampe =1,50*6=9.0 m³/h.

Donc le débit d'installation égale à 9.0 x 1= 9 m³/h (2.50 .10⁻³ m³/s).

Diamètre de la rampe : $D_R = \sqrt{\frac{4Q_R}{\pi \cdot V}} \dots\dots\dots[VII.15].$

Avec V : vitesse de l'écoulement à travers la rampe

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

On suppose que V= 1.5 m/s et on calcule D_R

$$D_R = \sqrt{\frac{4 \cdot 2.5 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 1.5}} = 0,046m = 46mm,$$

Les conduites en PEHD disponibles sur le marché ont les diamètres suivants : 50 ; 63 ; 75 ; 90 ; 110 ; 125 ; 160 et 200mm.

Le diamètre normalisé des rampes est $D_R=50$ mm.

La nouvelle vitesse sera

$$v = \frac{4 * Q}{\pi * d^2} = \frac{4 * 52.5 * 10^{-3}}{\pi * (50 * 10^{-3})^2} = 0.57 \text{ m/s} . \text{ Ce qui est conforme.}$$

Dimensionnement du Porte-rampe

La longueur du porte rampe est calculée par : $L_r=180-18/2 =171$ m

Dimensionnement du porte rampe : On recalcule avec le porte-rampe

$$Q_{rampe} = Q_{asp} * n_{asp/rampe} * N_{rampe} \quad Q=0.00542 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

On suppose que $V= 1.5$ m/s et on calcule D_R

$$D_R = \sqrt{\frac{4.2.5.10^{-3}}{\pi.1.5}} = 0,046 \text{ m} = 46 \text{ mm},$$

Cependant, les pertes de charges dépassent les normes de Christiansen avec un diamètre de 63mm. On prend donc un diamètre du porte- rampe de **75 mm**.

La nouvelle vitesse sera :

$$v = \frac{4 * Q}{\pi * d^2} = \frac{4 * 2.5 * 10^{-3}}{\pi * (75 * 10^{-3})^2} = 1.27 \text{ m/s}$$

Les pertes de charges totales sont de 5.38, soit 4.0 m pour les rampes et 1.34 m pour le porte-rampe.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau N°VII-1 : Résultat de calcul pratique d'aspersion.

Paramètres	Porte Rampe	Rampe
Longueur (m)	171	59
Diamètre (mm)	75	50
Débit (m3/h)	9.0	9.0
Vitesse réelle (m/s)	1.27	0.57
Perte de charge totale (m)	1.34	4.03

$\Delta H_t = 1.34 + 4.0 = 5.38$ m de perte de charge, la règle de Christiansen est donc respectée.

Calcul de la pression à la tête de la parcelle

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

$$H = H_1 + H_2 + H_3 \dots\dots\dots[VII.16].$$

H : pression à la tête de la parcelle.

H1 : pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (3bar).

H2 : perte de charge totale de la rampe.

H3 : la dénivelée. (0 m. terrain relativement plat).

$H = 30 + 5.38 + 0 = 35.5$ m.

$P = 3,6$ bar, ce qui est suffisant et disponible pour la borne d'irrigation de notre ilot.

VII-5 Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte :

Cette deuxième partie concerne le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée (le système goutte à goutte), dont les principales caractéristiques ont été définies précédemment. Pour ce projet, nous avons choisi d'étudier la culture d'olivier qui connaît un engouement dans la wilaya de Ain Defla, et cela vu les qualités agronomiques et commerciales de cette culture.

1. Données générales :

Le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée nécessite la connaissance de données de base comme la surface de la parcelle, les besoins journaliers et le temps maximum journalier de travail [Ollier et Poirre, 1983]

Le réseau d'irrigation sera installé sur l'ilot N°1 alimentée par la borne N°1 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 1.2 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 3 ha et présente une forme relativement rectangulaire.

Culture : Olivier

- Espacement entre arbres : 4 m.
- Espacements entre rangs : 4 m.
- Besoin de pointe : 187 mm (Juillet).

Caractéristique du goutteur :

- Débit nominal : 4 l/h.
- Pression nominal : 10 m.c.e.
- Espacement des goutteurs : 1 m.
- Le nombre de goutteurs par arbre : 2.

2. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :

- **Influence du taux de couverture du sol**

En micro-irrigation, les apports d'eau étant localisés sur une portion très faible de la surface du sol située au voisinage des plantes, donc à l'ombre du feuillage, la part d'évaporation directe à partir du sol est réduite.

On applique alors à L'ETM un coefficient de réduction : K_r , dépend du taux de couverture du sol ($C_s = 60\%$) par les plantes adultes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après.

- KELLER et KARMELI (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0.85}$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s)$$

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K_r = 0.1 + C_s$$

Pour notre cas on considère un taux de couverture égale à 60% (pour les arbres adultes) donc :

$K_r = 0.71$ selon Keller et Karmeli.

$K_r = 0.80$ selon Freeman et Garzoli.

$K_r = 0.70$ selon Decroix (CTGREF).

On prendra un coefficient $K_r = 0.80$.

$$B_{ji} = B_j * K_r$$

$$B_{ji} = 6.23 * 0.8 = 5 \text{ mm/j}$$

3. Dose nette pratique :

La deuxième étape en micro-irrigation, est la détermination d'une fraction ou pourcentage d'humidification du bulbe humide dans la zone racinaire. La différence par rapport aux autres

systemes (gravitaire ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur h (Ollier & Poirée, 1983).

La dose (RFU) étant définie par la hauteur d'eau

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot Z \cdot P\% = RFU \cdot P\% \dots \dots \dots [VII.17].$$

Tel que : H_{cc} : humidité a la capacité au champ (27%).

H_{pf} : humidité au point de flétrissement (16%).

Y : degré d'extraction de l'eau du sol (2/3).

Z : profondeur d'enracinement en (1500 mm).

P : Pourcentage du sol humidifié.

$$P\% = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r} \dots \dots \dots [VII.18].$$

P : Volume du sol humidifié.

N : Nombre de point de distribution par arbre.

S_{pd} : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre.

S_h : Largeur de la bande humidifiée.

S_r : Ecartement entre rangs d'arbre.

S_a : espacement des arbres sur les rangs

$$P = 25\%$$

$$H_{cc} = 27\% \text{ et } H_{pf} = 16\%$$

$$Z : 1500\text{mm}$$

$$Y : 2/3.$$

Donc :

$$D_p = (0.27 - 0.16) \cdot 1500 \cdot 2/3 \cdot 1.35 = D_p = 118.80 \text{ mm.}$$

4. Calcul de la dose brute :

$$D_{brute} = \frac{D_p \cdot 0.25}{C_u \cdot eff} = \frac{118.8 \cdot 0.25}{0.9 \cdot 0.9} = 36.70 \text{ mm /mois}$$

C_u : coefficient d'uniformité C_u=90%

Eff : efficience du réseau d'irrigation Eff=90%.

5. Fréquence des arrosages :

La fréquence d'arrosage est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{Dose\ nette}{Bjl} = \frac{29.7}{5} = 5.96\ jours$$

Donc on prend $Fr = 6\ jours$.

On recalcule la nouvelle dose réelle :

$$Dr = 6 * 5 = 30\ mm$$

Et la dose brute :

$$Dbrute = \frac{Dr}{Cu * eff} = \frac{30}{0.9 * 0.9} = 37\ mm$$

6. Durée d'arrosage par mois :

$$\theta = \frac{Dn * Sd * Sr}{n * qg} \dots\dots\dots [VII.19].$$

Sr et Sd espacement entre rang et distributeur, n et Qg nombre et débit du goutteur.

$$= \frac{37 * 4 * 2}{4 * 2} = 37\ heures/mois$$

7. Durée d'arrosage journalier :

$$Dj = \frac{durée\ d'arrosage}{Fr} = \frac{37}{6} = 6.17\ heures/jour$$

8. Nombre de poste :

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{Temps\ de\ travail}{Durée\ d'arrosage\ journalier} = \frac{20}{6.17} = 3\ postes$$

9. Surface du poste :

$$Sp = \frac{Surface\ totale}{Nombre\ de\ poste} = \frac{1.54}{3} = 0.51\ ha$$

A partir de cette surface, on peut déduire les dimensions nécessaires des rampes et porte rampes.

VII-6 Calculs hydrauliques :

1. Conditions hydrauliques de base

La variation maximale du débit entre goutteur ne doit pas dépasser 10% selon la règle de Christiansen :

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% \dots \dots \dots [VII.20].$$

La variation maximale de la pression

$q = K.H^x$ avec $x=0.5$ (caractéristique du goutteur)

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = \frac{\Delta H}{H(n)} \dots \dots \dots [VII.21].$$

Avec : $q(g)$: débit nominal du goutteur

$H(n)$ pression nominal

$$0.1 = 0.5 \frac{\Delta H(\max.)}{10}$$

$$\Delta H(\max.) = 1/0.5 = 2 \text{ mce.}$$

2. Le débit

$$Q_r = Q_g * N_r \qquad Q_{pr} = Q_r. N_r \dots \dots \dots [VII.22].$$

Avec:

- . Q_r : Débit de rampe.
- . Q_g : Débit du goutteur.
- . N_g/r : Nombre des goutteurs par rampe.
- . N_r : Nombre des rampes.
- Q_{pr} : Débit de porte rampe.
- La longueur de la rampe: 80 m.

La longueur de la porte rampe: 130m.

La longueur de la conduite secondaire : 50m.

3. Le nombre d'arbres par rampe

$$N \text{ arbres} = L_r/E_r = 80/4 = 20 \text{ arbres}$$

4. Nombre des goutteurs par rampe

$$N = N_{\text{arbres}} * n = 20 * 2 = 40 \text{ goutteurs}$$

5. Le nombre des rampes

$$N_r = L_{pr}/E_r = 130/4 = 32 \text{ rampes}$$

6. Débit de la rampe

$$Q_r = N_g * Q_g \quad Q_r = 4 * 40 = 160 \text{ l/h}$$

7. Débit de la porte rampe

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 38 * 160 = 5120 \text{ l/h}$$

8. Nombre de porte rampe

$$N_{pr} = 1 \text{ (1 seul porte rampe)}$$

9. Débit de la conduite tertiaire

$$Q_{csl} = Q_{pr} * N_{pr} = 5120 * 1 = 5120 \text{ l/h}$$

VII-7 Dimensionnement des canalisations du réseau :

Pour le calcul des dimensions des canalisations (rampe et porte rampe), on propose que les rampes soient en PEBD ou PEHD.

- La conduite tertiaire (conduite d'approche) :

C'est la conduite qui relie au point de fourniture d'eau les diverses porte-rampe. Elle est en PVC rigide ou en acier galvanisé comme en irrigation par aspersion. Pour les petites installations, du polyéthylène haute densité peut également être utilisé.

- Porte-rampe :

C'est la conduite qui alimente les rampes d'un seul côté ou des deux côtés. Ils peuvent être soit en polyéthylène moyenne densité (PE), soit en chlorure de polyvinyle rigide (PVC).

- Les rampes :

Qui sont toujours en PEBD (polyéthylène basse densité), à l'exception de quelques installations où l'on a utilisé du PVC rigide de petit diamètre.

Le diamètre de rampes ainsi que des portes rampes est calculé d'après les formules suivantes :

$$\varnothing_r(cal) = \left[\frac{P.d.c(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots [VII.23].$$

$$\varnothing_{pr}(cal) = \left[\frac{P.d.c(pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots [VII.24].$$

Avec :

- Pdc(r) : la perte de charge dans la rampe
- Q(r) : le débit de la rampe en l/h.
- L(r) : la longueur de la rampe en m.
- Ør (cal) : le diamètre de rampes.

- Øpr (cal) : le diamètre de porte rampe.

D_rampe= 10. 86 mm, on prend DN =16 mm.

VII-8 Vérification des pertes de charges :

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, On recalcule les pertes de charges pour un D = 16 mm

Perte de charge selon hazen-williams

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} \cdot \frac{L}{D^{4.87}} \cdot Q^{1.852} \dots [VII.25].$$

Ou : L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (l/h) ;

D : diamètre intérieur de la canalisation ;

C_w= 140 PEBD, L=80m, D= 0.016m, Q= 0.000044 m³/s

ΔH_rampe= 0.19 m

Tableau N°VII-2 : Calcul de Diamètre de la rampe.

Culture	Surface (m ²)	Lr (m)	Ng	Qr (l/h)	hr(m) P. charge linéaire	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	ΔHcal (m)
Agrume	15 400	80	4	160	1.2	10.6	16	0.30	0.19

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 1.2 mce (hr max).

On applique le même procédé que les rampes, et on trouve

Tableau N°VII-3 : Calcul de Diamètre de la porte rampe.

Culture	Surface m ²	Lpr(m)	Nr	Qpr (l/h)	hpr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	hcal(m)
Agrume	15 400	130	32	5120	0.6	49.9	75	0.32	0.24

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 0.6 mce.

D'après les deux tableaux précédents, on voit que les pertes de charges totales n'ont pas dépassé la limite imposée par la règle de Christiansen.

VII-9 Calcul des diamètres de la conduite tertiaire :

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.05 m/s tel que :

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

avec : Q : débit de la conduite considérée (m³/s);
V : vitesse d'écoulement (m/s).

Tableau N°VII-4 : Calcul de diamètre des conduites tertiaires.

Culture	Surface m ²	L(m)	Q (m ³ /s)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Olivier	15400	50	0.0014	1.05	43.0	75	0.22	0.014

VII-10 Calcul de la pression d'eau à la borne de distribution :

La pression d'eau que doit fournir la borne de distribution a la parcelle est égale à la somme de la pression nominale (10 mce) plus la somme des pertes de charges de cheminement de la borne d'irrigation jusqu'au gouteur le plus défavorable (éloigné ou élevé).

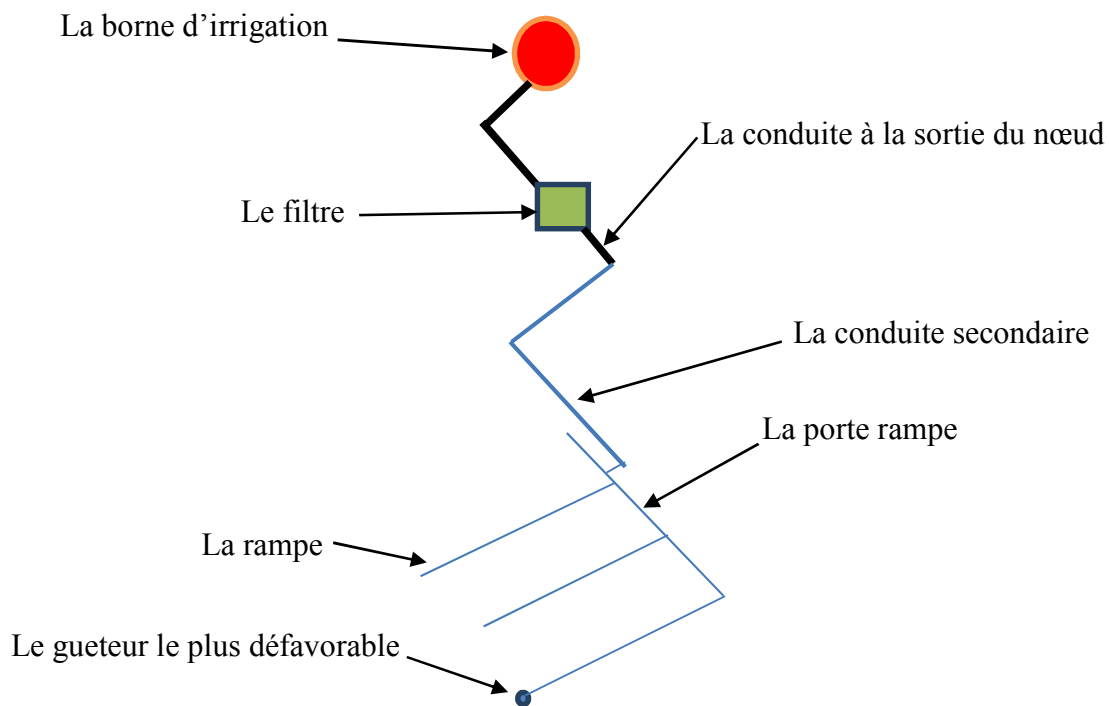


Figure N° VII.3 : Schéma explicatif de goutteur le plus défavorable.

Les pertes de charge de la borne jusqu'au le goutteur le plus défavorable :

Tableau N°VII-5 : résultats général.

Conduites	La rampe	Porte rampe	C. tertiaire
Longueur(m)	80	130	50
Diamètre(m)	16	75	75
Débit (m ³ /s)	4.44 10 ⁻⁵	0.0014	0.0014
Pertes de charge(m)	0.43	0.24	0.014

A partir du tableau on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne d'irrigation jusqu'à le goutteur le plus défavorable.

Donc la pression demandée à la borne égale à la pression nominale plus la somme des pertes de charges.

$$P(m) = 10 + 0.43 + 0.24 + 0.014 = \mathbf{10.68 \text{ m.}}$$

Les pertes de charges ainsi que la pression calculée est de l'ordre de 1.1 bars ce qui est suffisant pour effectuer le système goutte à goutte dans cette parcelle.

VII. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement de l'irrigation à la parcelle, deux systèmes ont été étudiés : l'aspersion et le goutte à goutte.

Pour ce qui est du réseau d'irrigation par aspersion, deux contraintes doivent être prises en compte : la perméabilité du sol et la vitesse du vent. Dans notre cas, nous avons dimensionné une parcelle de pomme de terre.

Cette culture est appréciée dans la wilaya d'Ain Defla mais elle est cultivée de façon extensive.

Pour l'irrigation localisée (goutte à goutte), le dimensionnement prend en considération des facteurs agronomiques et hydrauliques. Dans notre thèse, nous avons étudié l'irrigation goutte à goutte d'une parcelle d'agrumes.

Enfin, on doit noter que le pilotage d'irrigation est nécessaire pour une bonne gestion d'un réseau d'irrigation et une utilisation rationnelle de l'eau.

Chapitre VIII

Evaluation du cout du projet

VIII. Introduction

Les devis proposés à l’irrigant sont actuellement très fluctuants pour une même parcelle ; ceci est dû :

- A l’importance de l’installation de tête : filtration selon la nature des eaux et matériel de fertilisation.
- Au coût du matériel selon les entreprises.
- Aux services fournis par l’entreprise.

Certains devis ne comportent que la fourniture et parfois des fouilles, la pose, le montage du réseau et parfois des différentes pièces des goutteurs étant à la charge de l’exploitant.

D’autre part, prévoient non seulement une part de l’installation, mais aussi une certaine assistance de maintenance du réseau.

L’objectif de ce chapitre est donc l’évaluation du coût estimatif de notre projet.

VIII-1 Dépenses des travaux :

Le prix de terrassement est égal à :

- **Pour les déblais :**

$$F_{deb} = V_{deb} \cdot K_{deb} \dots\dots\dots[VIII-1].$$

K_{deb} : prix de 1 m³ de déblai=300 DA

V_{deb} : volume total de déblai

- **Pour les remblais:**

$$F_{rem} = V_{rem} \cdot K_{rem} \dots\dots\dots[VIII-2].$$

K_{rem} : prix de 1 m³ de remblai=100 DA

V_{rem} : volume total de remblai

- **Calcul du volume de déblai et remblai :**

La pose en terre des conduites s’effectue dans un tranché dont la largeur de fond B sera donnée par la formule suivante :

$$B=D+2 \times 0,3 \dots\dots\dots[VIII-3].$$

D : diamètre de la conduite (m).

La profondeur de fouille est en fonction du diamètre de la conduite, de la température du lieu (max, min) et les sollicitations des charges mobiles.

$$H \geq D+0,8 \dots\dots\dots[VIII-4].$$

$$\text{Déblai} = L.H.B.....[\text{VIII-5}].$$

$$\text{Remblai} = \text{déblai} - \left(\pi \frac{D^2}{4}\right).L.....[\text{VIII-6}].$$

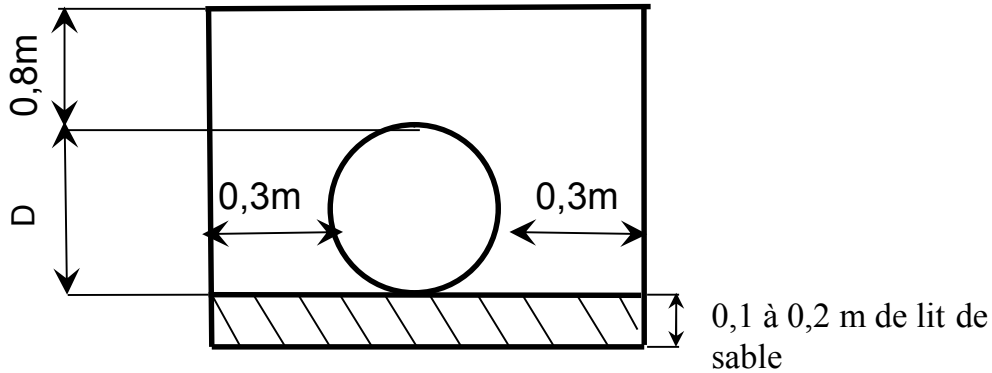


Figure N° VIII-1 : Schéma d'une tranchée.

Tableau N° VIII-1 : Fourniture et pose de canalisation.

code	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
1	Terrassement en terrain meuble en toutes sujétions exécutées mécaniquement	M3	2000	800.00	1 600 000.00
2	Terrassement en terrain dur, semi rocheux en toutes sujétions exécutées mécaniquement	M3	800	3 000.00	2 400 000.00
3	Terrassement en terrain saturée en toutes sujétions exécutées mécaniquement	M3	65	2 000.00	130 000.00
4	Travaux de remblais	M3	2865	1 200.00	3 438 000.00

VIII-2 Estimation du devis d'un réseau adduction :

Tableau N° VIII-2 : Fourniture et pose de canalisation.

code	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
5	Fourniture et pose de grillage avertisseur en toutes sujétions	ML	2865	15	42 975.00
6	Enrobage de la conduite	M3	500.00	1 400.00	700 000.00

7	Fourniture et pose de conduite en fonte diamètre 400 mm PN 10	ML	1136	1250	1 420 000.00
	Fourniture et pose de conduite en PEHD diamètre 315 mm PN 10	ML	489	1190	581 910.00
	Fourniture et pose de conduite en PEHD diamètre 200 mm PN 10	ML	163	920	149 960.00
8	Fourniture et pose de conduite en PEHD diamètre 160 mm PN 10	ML	344	850	292 400.00
10	Fourniture et pose de conduite en PEHD diamètre 110 mm PN 10		72	790	56 880.00
11	Fourniture et pose de conduite en PEHD diamètre 90 mm PN 10	ML	509	743.82	378 604.38
	Fourniture et pose de conduite en PEHD diamètre 75 mm PN 10	ML	101	650.68	65 718.68
12	Fourniture et pose de conduite en PEHD diamètre 63 mm PN 10	ML	67	460.24	30 836.08

Tableau N° VIII-3 : Fourniture et pose de pièces spéciales.

code	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
12	Fourniture et pose de coude 90° en PEHD diamètre 90 mm PN 10	U	1	3 994.04	3 994.04
	Fourniture et pose de coude 90° a patin en en fonte diamètre 90 mm PN 10	U	26	10 000.00	260 000.00
	Fourniture et pose de coude 60° en PEHD diamètre 125 mm PN 10	U	1	7 988.08	7 988.08
13	Fourniture et pose de coude 45° en PEHD diamètre 160 mm PN 10	U	1	6 789.87	6 789.87
	Fourniture et pose de coude 45° en PEHD diamètre 125 mm PN 10	U	1	6 789.87	6 789.87
	Fourniture et pose de coude 30° en PEHD diamètre 200 mm PN 10	U	3	26 094.40	78 283.20
14	Fourniture et pose de coude 30° en	U	6	9 319.42	55 916.54



	PEHD diamètre 160 mm PN 10				
15	Fourniture et pose de coude 30° en PEHD diamètre 125 mm PN 10	U	1	6 390.46	6 390.46
	Fourniture et pose de coude 15° en PEHD diamètre 200 mm PN 10	U	3	5 591.66	16 774.97
	Fourniture et pose de coude 15° en PEHD diamètre 160 mm PN 10	U	6	5 591.66	33 549.94
	Fourniture et pose de coude 15° en PEHD diamètre 125 mm PN 10	U	1	5 591.66	5 591.66
	Fourniture et pose de Té égal en PEHD diamètre 63 mm PN 10	U	4	1 876.80	7 507.19
	Fourniture et pose de Té réduit en PEHD diamètre 200-63 mm PN 10	U	1	36 648.80	36 648.80
	Fourniture et pose de Té réduit en PEHD diamètre 200-50 mm PN 10	U	1	8 795.21	8 795.21
	Fourniture et pose de Té réduit en PEHD diamètre 160-63 mm PN 10	U	7	7 280.00	50 960.00
	Fourniture et pose de Té réduit en PEHD diamètre 160-50 mm PN 10	U	1	3 724.45	3 724.45
	Fourniture et pose de Té réduit en PEHD diamètre 125-110 mm PN 10	U	1	3 724.45	3 724.45
	Fourniture et pose de Té réduit en PEHD diamètre 110-63 mm PN 10	U	1	3 724.45	3 724.45
16	Fourniture et pose de Té réduit en PEHD diamètre 90-75 mm PN 10	U	1	3 724.45	3 724.45
	Fourniture et pose de Té réduit en PEHD diamètre 90-63 mm PN 10	U	4	3 724.45	14 897.79
	Fourniture et pose de Té réduit en PEHD diamètre 90-50 mm PN 10	U	2	3 724.45	7 448.90
	Fourniture et pose de Té réduit en PEHD diamètre 75-63 mm PN 10	U	5	3 724.45	18 622.24
	Fourniture et pose de réduction en PEHD diamètre 300-200 mm PN 10	U	1	25 654.22	25 654.22



	Fourniture et pose de réduction en PEHD diamètre 200-160 mm PN 10	U	1	15 367.13	15 367.13
	Fourniture et pose de réduction en PEHD diamètre 160-125 mm PN 10	U	1	12 635.00	12 635.00
17	Fourniture et pose de réduction en PEHD diamètre 125-90 PN 10	U	1	19 204.99	19 204.99
	Fourniture et pose de réduction en PEHD diamètre 110-90 mm PN 10	U	1	12 460.00	12 460.00
	Fourniture et pose de réduction en PEHD diamètre 90-75 mm PN 10	U	2	9 129.04	18 258.08
	Fourniture et pose de réduction en PEHD diamètre 75-63 mm PN 10	U	3	6 390.33	19 170.98
	Fourniture et pose de vanne d'isolement diamètre 200mm PN 10	U	1	118 737.20	118 737.20
18	Fourniture et pose de vanne d'isolement diamètre 110mm PN 10	U	1	44 393.04	44 393.04
19	Fourniture et pose de vanne d'isolement diamètre 90mm PN 10	U	1	37 339.68	37 339.68
20	Fourniture et pose de vanne d'isolement diamètre 75 mm PN 10	U	2	36 286.12	72 572.24
	Fourniture et pose de vanne d'isolement diamètre 63 mm PN 10	U	26	30 648.92	796 871.92
	Fourniture et pose de ventouse automatique à trois fonctions diamètre 50mm PN 10	U	2	33 118.62	66 237.24
	Fourniture et pose de borne d'irrigation diamètre 80mm PN 10	U	26	300 000.00	7 800 000.00
	Fourniture et pose de joint de démontage diamètre 200mm PN 10	U	1	127 140.15	127 140.15

Tableau N° VIII-4 : Travaux divers.

code	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
22	Fourniture et pose de joint de démontage diamètre 160mm PN 10	U	1	49 006.75	49 006.75
23	Confection de regard de vannes dimension 2,6x1.8x1.7 m	U	3	150 000.00	450 000.00
24	Confection de regard de vannes dimension 2x1.5x1.7 m	U	3	130 000.00	390 000.00
25	Confection de regard de vannes dimension 1.5x1.5x1.7 m	U	10	120 000.00	1 200 000.00
26	Confection de regard de vannes dimension 1.2x1.2x1.7 m	U	6	100 000.00	600 000.00
27	Confection de butée de dimensions variables en béton armée :	M3	6	35 000.00	210 000.00
28	Fourniture et pose de buse en béton armé	U	26	9 000.00	234 000.00
29	Fourniture et pose de gravier de granulométrie (8 à 25mm)	M3	25	2 500.00	62 500.00
30	Confection des ceintures de Gabion	M4	792	5 000.00	3 960 000.00
31	Nettoyage de chambres	FFT	1	20 000.00	20 000.00
32	Drainage de chambres	FFT	1	20 000.00	20 000.00
33	Rénovation de tampons et échelles	FFT	1	50 000.00	50 000.00
34	Fourniture et pose de vanne de vidange diamètre 500 mm	U	1	621 047.62	621 047.62
35	Fourniture et pose de vanne de prise diamètre 300mm	U	1	360 000.00	360 000.00
				TOTAL	29 341 726.92
				TVA 17%	4 988 093.58
				TOTAL TTC	34 329 820.50

Donc le cout total du projet de l'oued Rahil est de **34 329 820.50 DA**.

VIII. Conclusion

On constate que le coût de la projection du réseau d'irrigation et l'adduction est évalué à **34 329 820.50 DA.**

Ce coût prend en considération les équipements qui sont onéreux. Cependant, l'aménagement du périmètre est très rentable à long terme.

L'objectif de notre travail est l'introduction d'une technique d'arrosage performante dans la plaine de Rahil dans la wilaya de Ain Defla, dans le but d'assurer une répartition de l'eau de façon uniforme et économique, facteur le plus essentiel dans une telle étude.

L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région a un climat semi-aride et l'analyse du sol nous a permis de conclure sur des aptitudes culturales très variées, telles que les cultures maraichères, arboricoles et céréalières. Suivant les résultats caractérisant la région, nous avons choisi les cultures adaptées avec les données climatiques et agro pédologiques.

La détermination des besoins en eau d'irrigation nous a permis de quantifier le débit du réseau du périmètre de Rahil et d'estimer les volumes en eau nécessaires.

Vu la situation du périmètre par rapport au barrage nous avons testé deux variantes d'adduction par gravité et par pompage

Suivant les parcelles et les débits alloués à chacune, nous avons opté pour l'irrigation par aspersion et par goutte à goutte.

D'autre part, on peut dire que ces techniques d'arrosages sont plus adaptées dans notre pays d'après le contexte actuel de la sécheresse des dernières années et le développement au niveau de l'économie nationale.

La mise en œuvre de ces systèmes d'irrigation modernes permettent de mieux valoriser les ressources en eau et en sol, et permettent une augmentation importante des rendements des cultures qui est un défi majeur de l'agriculture en Algérie.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES



- [1] **Bulletin** N°30 FAO Calcul des besoins en eau des cultures.
- [2] **Bulletin** DE FAO N° 24 Les besoins en eau des cultures, 1975 (A C* E F).
- [3] **Ollier, Ch Poirée, M** (1983). Les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie des arrosages, Paris. 500P.
- [4] **D. Veschambre & P. Vaysse**, (1980) : Mémento goutte à goutte, guide pratique de la micro irrigation par goutteurs et diffuseurs. Edition C.T.I.F.L, INRA.
- [5] **M. MESSAHEL** (1988) : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation) Edition O.P.U.Alger.
- [6] **T.BENDADA** (2013) : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation du périmètre Tlaghma- Secteur Sud- (Wilaya de Mila) d'une superficie de 358 ha. À partir du barrage réservoir.
- [7] **CEMAGREF**, Guide pratique de l'irrigation 1992.
- [8] **RESSEKRI FETHI**. 2014 aménagements hydro-agricoles de la plaine de Tarek Ibn Ziad (W.AIN DEFLA).

ANNEXES

ANNEXES

ANNEXE 1

Tableau N° 1 : Les espèces culturales.

N°	Espèces: Arboriculture	N°	Espèces: Cultures maraichères	N°	Espèces: Céréales et fourrages	N°	Espèces: Cultures industrielles
1	agrumes	1	Artichaut	1	Luzerne	1	Betterave sucrière
2	Pêcher/Franc	2	Tomate	2	Bersim	2	coton
3	Pêcher/Amandier	3	Oignon	3	Sorgho	3	Tournesol
4	Pêcher/Prunier	4	Pomme de terre	4	Mais	4	Tabac
5	Abricotier/Franc	5	Carotte	5	Fétuque	5	Lin
6	Abricotier/Prunier	6	Navet	6	Vesce avoine		
9	Olivier	7	Chou-fleur	7	Ray gras		
10	pommier/Franc	8	Chou pommé	8	Blé dur		
11	pommier/Doucin	9	Epinard	9	Blé tendre		
12	pommier/Pa radja	10	Laitue	10	Orge		
13	Poirier/Franc	11	Ail				
14	Poirier/Cognassier	12	Aubergine				
15	Figuier	13	Pastèque				
		14	Melon				
		15	Piment poivron				
		16	Haricot vert				
		17	Concombre				
		18	Pois				

ANNEXES

Tableau N° 2: classe et catégories des aptitudes culturelles.

Cultures	Catégories	Bon pour	Moyens pour
Céréaliculture et Cultures fourragères	I	C1-C2-C3-C4-C5-C6	C7-C8-C9-C10
	II	C1-C2-C3-C4	C5-C6-C7-C8-C9-C10
	III		
Légumineuses	I	L1-L2-L3	L5
	II	L1-L2-L3	L4-L5
	III		
Arboriculture fruitière	I	A1-A2-A3-A4-A5-A6-A7	A8-A9-A10-A15-A16-A17
	II	A1-A2-A3-A4-A5-A6-A7- A15	A8-A9-A10-A16-A17
	III	A11-A12-A14	A13-A15

ANNEXES

ANNEXE 2

LABORATOIRE D'ANALYSES DE SOLS **AIN DEFLA**

Analyse de l'eau d'irrigation

Demandeur	PERIMETRE TARIK IBN-ZIAD
Nom	SARL EL BAHDJA
Prénom	/
Lieu dit	OUED RAHIL
Commune	TARIK IBN-ZIAD
Wilaya	AIN-DEFLA
Date de prélèvement	12/05/2013
Date d'analyse	14/05/2013

CATIONS	Teneur en mg/l	Balances en meq/l
Ca ⁺⁺	440	22.3
Mg ⁺⁺	130	10.5
Na ⁺	168	7.3
K ⁺	30	0.8
Balance		41.9
ANIONS		
Cl ⁻	581	16.6
SO ₄ ⁻⁻	880	18.3
HCO ₃ ⁻	180	3.0
CO ₃ ⁻⁻		0.0
Balance		37.9
PH		7.8
CE (ms)		0.52
Salinité (g/l)		1.6
Sels dissous totaux (g/l)		2.72

Le Laboratoire


A handwritten signature in black ink is written over a red circular stamp. The stamp contains the text 'مختبر تحاليل التربة' (Soil Analysis Laboratory) at the top, 'الرقم: 04888' (Number: 04888) in the center, and 'عين التمام' (عين التمام) at the bottom. A small star is located at the bottom right of the stamp.

ANNEXE 3

Tableau N° 3: Coefficients cultureaux des spéculations agricoles.

Culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juill.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Bersim	1,01									0,65	0,95	1
Maïs -grain				0,5	1,15	1,15	0,6					
vesce avoine	1,10	1,20	1,00						0,60	0,90	1,00	1,10
Orge / Blé	1	1,05	1,15	1,15	0,2						0,7	0,85
Sorgho					0,8	1	1,15	0,75				
Piment /poivron						1,05	1,05	1,35	1,45	1	0,85	
Petit pois	1,2	1,4	1,4	2,15								0,95
Carotte									0,8	1	1,1	0,75
Oignon	0,9	0,85								0,7	1,1	1,1
Pomme de terre			0,75	1,1	1,2	0,75						
Ail					1	1,05	1,05	0,85				
Navet									0,8	1	1,1	0,75
Choux									0,75	1,05	1,05	0,9
Melon				0,7	0,75	0,75	1,05	1,05	0,9			
Laitue								0,8	1	0,9		
Haricot vert	0,75	0,8	1,1	0,95	0,7							
Figuier					0,8	1,05	1,15	1,1	0,85			
Tomates			0,40	0,70	1,05	1,05	0,60					

ANNEXE 4-5



**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	6,2

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)