

Département Irrigation et Drainage

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

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

OPTION : IRRIGATION ET DRAINAGE.

THEME :

**Étude d'aménagement hydro-agricole du périmètre
d'irrigation Zit-Emba d'une superficie de 450 ha
à partir du barrage Zit-Emba Wilava de Skikda.**

Présenté par :

M^r : OULEKHIARI Oussama

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M ^r AZIB Makhlouf	M.A.A	Président
M ^r BENKACI Ali Tarek	M.A.B	Examineur
M ^r BOUZIANE Omar	M.A.A	Examineur
M ^{me} MAZOUZI Sabra	M.A.A	Examinatrice
M ^{me} SADOUNE Samra	M.C.B	Promotrice

Juin 2019



D'abord je remercie le bon Dieu d'avoir m'aider à atteindre ce niveau d'étude الحمد لله.

En suite, mes sincères remerciements à toute ma famille VAVA IMMA et mes sœurs qui m'assistent de tout le temps et à toutes circonstances.

Je remercie aussi les membres de juré qui vont mettre ce travail sur la balance.

Merci à tous les membres d'école nationale supérieure de l'hydraulique et à tous les établissements éducatifs et ses enseignants durant tout mon cursus !

Merci à mes amis et à toute personne qui a participé à me faire apprendre ou comprendre n'importe qu'elle chose dans cette vie !



***JE DEDIE CE
MEMOIRE A
MON PAYS
L'ALGERIE***

الملخص:

يكمن الغرض من إنجاز مذكرة نهاية الدراسة هذه، في إجراء التغييرات اللازمة وتطوير المنشآت لري 450 هكتار بمنطقة زيت العنبة من مياه سد زيت العنبة الواقعة بإقليم دائرة بن عزوز ولاية سكيكدة. من خلال هذه الدراسة، نستنتج أن الري ضروري لتطوير الزراعة لأن هطول الأمطار غير كافية و غير منتظمة، مما يعني إدخال تقنيات الري الحديثة مثل الرش و التقطير و ذلك لتحسين استخدام المياه و الحد من الخسائر.

Résumé:

L'objectif de mon mémoire de fin d'études est de réaliser les transformations nécessaires, et l'aménagement hydro-agricole du périmètre ZIT-EMBA, afin d'irriguer 450Ha avec l'eau prévenante du barrage de ZIT-EMBA.

A travers cette étude, l'irrigation est indispensable pour développer l'agriculture car les précipitations sont insuffisantes et irrégulières, ce qui implique l'introduction de nouvelles techniques d'irrigation comme le système gouttes à gouttes et l'aspersion afin d'optimiser la ressource en eau.

Abstract :

The aim of my thesis is to make the necessary changes, and hydro-agricultural development of ZIT-EMBA perimeter(450Ha) , daïra of BENAZZOUZ, SKIKDA departement, with ZIT-EMBA's dam water.. In this study, it comes out that irrigation is essential to develop agriculture because rainfall is insufficient and irregular, which implies the introduction of new irrigation techniques such as the system of drops and sprinkling drops, optimizing the use of water and limiting losses.

Table des matières :

Remerciement :	2
Table des matières :	5
Liste des tableaux :	9
Liste des planches :	11
Liste des figures :	12
Introduction générale :	13
I. Présentation de la zone d'étude :	14
I.1 Présentation de la wilaya de Skikda :.....	14
I.1.1 Situation géographique :	14
I.1.2 Situation démographique :.....	15
I.1.3 Localisation du périmètre :.....	15
I.1.4 Contexte Géologique :.....	15
<i>I.1.4.1</i> LES FORMATIONS QUATERNAIRES.....	15
<i>I.1.4.2</i> LES FORMATIONS MIO-PLIOCENES.....	15
I.1.5 Réseau hydrographique :.....	15
I.1.6 Conditions climatiques :	16
I.1.6.1 La pluviométrie :.....	17
<i>I.1.6.2</i> La température :.....	18
<i>I.1.6.3</i> L'humidité :.....	19
<i>I.1.6.4</i> Le vent :.....	19
<i>I.1.6.5</i> Siroco :.....	20
<i>I.1.6.6</i> L'ensoleillement :	20
I.2 L'évapotranspiration potentielle (ETP) :.....	21
I.3 Indice agro-météorologique :	22
I.3.1 l'indice d'aridité de MARTON :.....	22
I.3.2 CLASSIFICATION DU CLIMAT SELON LE DIAGRAMME D'EMBERGER :.....	23
I.3.3 CLASSIFICATION DU CLIMAT SELON L'INDICE DE BAGNOULS ET GAUSSEN :.....	24
I.4 Etude socioéconomique :.....	25
I.5 Conclusion :.....	26
II Ressources en sol & ressources en eau :	27
II.1 Ressources en sol :.....	27

II.1.1	Classification du sol :	27
II.1.2	Etude foncière :	30
II.1.3	Aptitude culturale :	30
II.2	Ressources en eau :	31
II.2.1	Caractéristique du barrage Zit-Emba :	31
II.2.2	Hydrogéologie du site :	31
II.2.2.1	Oued Kbir :	31
II.2.3	Qualité de l'eau d'irrigation :	32
II.2.4	Classifications américaine des eaux d'irrigation :	32
II.2.4.1	Conductivité électrique CE :	33
II.2.4.2	Le coefficient d'absorption du sodium (S.A.R) :	33
II.2.5	PH de l'eau d'irrigation :	35
II.3	Etude hydrologique :	35
II.3.1	Choix de la station pluviométrique :	35
II.3.2	Etude statistique des précipitations :	37
II.3.2.1	L'homogénéisation de la série pluviométrique :	37
II.3.2.2	AJUSTEMENT STATISTIQUE DES PLUIES.....	39
II.3.2.3	Test d'adéquation de la loi.....	41
II.3.2.4	Détermination de l'année de calcul :	42
II.4	Conclusion :	43
III.	Besoins en eau des cultures	44
III.1	Besoins en eau du périmètre :	44
III.1.1	L'évapotranspiration :	44
III.1.1.1	L'évapotranspiration de référence :	44
III.1.1.2	Calcul d'évapotranspiration maximale ETM	46
III.1.2	Calcul de la pluie efficace :	46
III.1.3	Efficience de l'irrigation:	47
III.2	Choix des cultures :	48
III.2.1	L'occupation des sols et le choix des cultures :	48
III.2.2	Assolement :	49
III.2.3	Occupation du sol par les cultures choisis :	49
III.2.4	Calendrier d'occupation des sols :	51
III.2.5	.Détermine les Besoins en eau des cultures :	51
III.2.5.1	Premier assolement :	52
III.2.5.2	Deuxième assolement :	60
III.2.6	Calcul des besoins totaux :	62

III.2.6.1	Assolement I :.....	62
III.2.6.2	Assolement II :.....	63
III.2.7	Evaluation des débits :.....	64
III.2.7.1	Débits spécifiques :.....	64
III.2.7.2	III.4.2. Évaluation du débit caractéristique.....	64
III.2.7.3	III.4.3 Estimation des volumes d'eau d'irrigation.....	64
III.3	Conclusion :.....	66
IV.	Etude du système d'adduction :	67
IV.1	Organisation du périmètre :.....	67
IV.1.1	Implantation des bornes d'irrigation :.....	67
IV.1.2	Débit aux bornes :.....	68
IV.1.3	Choix du type et du diamètre de la borne :.....	68
IV.2	Schéma et variante d'aménagement hydroagricole :.....	71
IV.2.1	Adduction :	71
IV.2.2	Schéma de distribution :(conduites secondaires et tertiaires).....	71
IV.3	Le réservoir de stockage :.....	72
IV.4	Système de pompage :.....	72
IV.4.1	Choix de l'emplacement de la station de pompage.....	73
IV.4.2	Choix du type de pompe.....	73
IV.4.3	Choix de type et de nombre de pompe pour la station de pompage (SP).....	74
IV.4.3.1	Calcul de la hauteur manométrique totale (HMT).....	74
IV.4.3.2	<i>Choix du moteur électrique</i>	81
IV.4.4	Bâtiment de la station de pompage.....	82
IV.4.5	Dimensionnement de bâtiment de station pompage.....	83
IV.5	Réseau de distribution :.....	83
IV.5.1	La vitesse admissible :.....	83
IV.5.2	Le calcul du diamètre :.....	83
IV.5.3	Calcul des pertes de charges :.....	83
IV.5.4	Choix du matériau des conduites :.....	84
IV.6	Conclusion :.....	88
V.	Techniques d'irrigation.....	89
V.1	Les techniques d'irrigation.....	89
V.1.1	IRRIGATION DE SURFACE.....	89
V.1.1.1	Irrigation par bassin (Submersion).....	89
V.1.1.2	Irrigation par planches.....	89

V.1.2	IRRIGATION PAR ASPERSION	90
V.1.2.1	Les différents types d'installation par aspersion	90
V.1.3	Irrigation localisée (goutte à goutte).....	91
V.1.3.1	Composantes d'une installation d'un réseau goutte a goutte	91
V.1.3.2	Avantages de l'irrigation localisée	91
V.1.3.3	Inconvénient de l'irrigation localisée.....	92
V.1.4	Choix de la technique d'arrosage	92
V.1.4.1	Les contraintes naturelles.....	92
V.1.4.2	Les contraintes agronomiques.....	93
V.2	Conclusion :.....	94
VI.	Dimensionnement à la parcelle :	95
VI.1	Dimensionnement du réseau d'aspersion :	95
VI.1.1	Données générales :	95
VI.1.2	Dimensionnement théorique :	96
VI.1.3	Dimensionnement hydraulique des rampes :	99
VI.1.4	Calcul de la pression en tête du réseau	101
VI.2	Dimensionnement du réseau goutte à goutte :.....	102
VI.2.1	Données générales :	102
VI.2.2	Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée.....	102
VI.2.3	Calculs hydrauliques	105
VI.2.4	Dimensionnement des canalisations du réseau.....	106
VI.3	Conclusion :.....	110
VII.	Aspect technico économique :.....	111
VII.1	Conduite d'adduction et réseau de distribution :.....	111
VII.1.1	Divers travaux pour la mise en place de la conduite :	111
VII.1.2	Quantification des travaux pour les conduites d'adduction et de distribution :	112
VII.1.3	Calcul du volume du remblai :.....	113
VII.1.4	Estimation des coûts :	114
VII.2	Estimation du coût du réservoir :.....	115
VII.3	Estimation des coûts de la station de pompage :.....	115
VII.4	Devis estimatif total du projet :	116
VII.5	Conclusion :.....	116
	Conclusion générale :	117
	Références bibliographiques :.....	118
	Annexes :	119

Liste des tableaux :

I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE :

TABLEAU I. 1 LES PRECIPITATIONS MENSUELLES DE LA STATION DE SKIKDA	17
TABLEAU I. 2 : VARIATION DES TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES & ANNUELLES EN °C.	18
TABLEAU I. 3: VARIATION MENSUELLE D'HUMIDITE.	19
TABLEAU I. 4: VARIATION MENSUELLE DE LA VITESSE DU VENT.	20
TABLEAU I. 5: VALEURS MOYENNES DES DUREES D'INSOLATION JOURNALIERES EN HEURE/JOUR	21
TABLEAU I. 6: VALEURS DE L'EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE MOYENNE MENSUELLE EN MM/MOIS.	21
TABLEAU I. 7: CLASSIFICATION DU CLIMAT SELON MARTONNE	23
TABLEAU I. 8: QUOTIENT PLUVIOMETRIQUE.....	24
TABLEAU I. 9: REPARTITION DES TERRES DE LA COMMUNE	26

II Ressource en sol & ressource en eau :

TABLEAU II. 1: REPARTITION DES CATEGORIES DU SOL DU PERIMETRE.	28
TABLEAU II. 2:REPARTITION DES EXPLOITATIONS DU PERIMETRE A EQUIPER PAR CLASSE DE TAILLE.	30
TABLEAU II. 3: TABLEAU RECAPITULATIF DE LA REPARTITION DU PERIMETRE D'ETUDE.	30
TABLEAU II. 4: CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES DU BARRAGE ZIT-EMBA.	31
TABLEAU II. 5: QUALITE D'EAU D'IRRIGATION DU BARRAGE ZIT-EMBA.(SOURCE : ONID SKIKDA)	32
TABLEAU II. 6: CLASSES DES EAUX EN FONCTION DE LA CONDUCTIVITE ELECTRIQUE.....	33
TABLEAU II. 7:13VALEURS DE CALCUL DU SAR DE L'EAU DE SIMULATION DU BARRAGE DE ZIT EMBA.....	34
TABLEAU II. 8:IDENTIFICATION DE LA STATION PLUVIOMETRIQUE.	35
TABLEAU II. 9 : PLUIES MOYENNES MENSUELLES OBSERVEES SUR LA STATION D'AZZABA (PEPINIERE).....	35
TABLEAU II. 10: TESTE DE WILCOSON DE LA SERIE DE LA STATION D'AZZABA.	38
TABLEAU II. 11: QUANTILES DE PLUIES DE LA STATION DE SKIKDA (LOI NORMALE).....	42
TABLEAU II. 12: ANNEE HYDROLOGIQUE DE CALCUL	43

III. Besoins en eau des cultes

TABLEAU III. 1: CALCUL D'ET0 AVEC CROPWAT 8.0.....	46
TABLEAU III. 2: PLUIE EFFICACE DU PERIMETRE.....	47
TABLEAU III. 3: OCCUPATION DU SOL PAR DES CULTES.	48
TABLEAU III. 4: ASSOLEMENT PROPOSE.	49
TABLEAU III. 5: SURFACE OCCUPEE PAR DIFFERENTES CULTURES.	50
TABLEAU III. 6: CALENDRIER D'OCCUPATION DES SOLS POUR LES CYCLES CULTURAUX.	51
TABLEAU III. 7:CALCUL DES BESOINS EN EAU DE L'ORGE GRAIN.....	52
TABLEAU III. 8 : CALCUL DES BESOIN DU BLE.	53
TABLEAU III. 9: CALCUL DES BESOINS DE LA POMME DE TERRE.	53
TABLEAU III. 10: CALCUL DES BESOINS DES FEVES/ PETITS POIS.	54
TABLEAU III. 11: CALCUL DES BESOINS DE LA FRAISE.	54
TABLEAU III. 12: CALCUL DES BESOINS DE L'AIL/ OIGNON.	55
TABLEAU III. 13: CALCUL DES BESOINS DU CONCOMBRE.	55
TABLEAU III. 14: CALCUL DES BESOINS DE LA CAROTTE.	56
TABLEAU III. 15: CALCUL DES BESOINS DU CHOUX(VERT/ ROUGE).	56
TABLEAU III. 16: CALCUL DES BESOINS DU MELON.	57
TABLEAU III. 17: CALCUL DES BESOINS DE LA TOMATE.....	57
TABLEAU III. 18: CALCUL DES BESOINS DE LA COURGETTE.	58
TABLEAU III. 19 : CALCUL DES BESOINS DU POIVRON JAUNE.....	58
TABLEAU III. 20: CALCUL DES BESOINS DE L'OLIVIER.....	59
TABLEAU III. 21: CALCUL DES BESOINS DE CERISIER.....	59
TABLEAU III. 22: CALCUL DES BESOIN DU BLE.	60

TABLEAU III. 23: CALCUL DES BESOIN DE L'HARICOT.....	60
TABLEAU III. 24: CALCUL DES BESOINS DU BROCOLI.....	61
TABLEAU III. 25: CALCUL DES BESOIN DE LA TOMATE CERISE.....	61
TABLEAU III. 26BESOINS EN EAU DU PERIMETRE (A1).	62
TABLEAU III. 27 : BESOINS EN EAU DU PERIMETRE (A2).....	63
TABLEAU III. 28 : RECAPITULATION DES BESOINS EN EAU DU PERIMETRE.	65

IV. Etude du système d'adduction :

TABLEAU IV. 1: TYPE DE BORNES EN FONCTION DU DEBIT D'ILOT.....	69
TABLEAU IV. 2: CALCUL DES DEBIT DE BORNES.	69
TABLEAU IV. 3: CALCUL DE LA HMT POUR DIVERS DIAMETRES DE LA CONDUITE.	75
TABLEAU IV. 4: CALCUL DES FRAIS D'EXPLOITATION.	76
TABLEAU IV. 5: VARIATION DES FRAIS D'INVESTISSEMENT EN FONCTION DU DIAMETRE.	77
TABLEAU IV. 6: BILAN TECHNICO-ECONOMIQUE DES DIAMETRES CHOISIS.	77
TABLEAU IV. 7: VARIANTES POUR LE CHOIX DU NOMBRE DE POMPES.	78
TABLEAU IV. 8: VARIANTES POUR LE CHOIX DU TYPE DE POMPES.....	78
TABLEAU IV. 9: PRESSION ATMOSPHERIQUE EN FONCTION DE LA COTE.	80
TABLEAU IV. 10: PRESSION DE VAPEUR EN FONCTION DE LA TEMPERATURE.....	80
TABLEAU IV. 11: COEFFICIENT DE CORRECTION EN FONCTION DE LA PUISSANCE DU MOTEUR.	81
TABLEAU IV. 12: CHOIX DU TYPE DE BATIMENT.....	82
TABLEAU IV. 13: RECAPITULATION DES DIMENSIONS DU BATIMENT DE LA STATION.	83
TABLEAU IV. 14: PARAMETRES DE PERTES DE CHARGE DE LA LOI DE LECHAPT-CALMON.....	84
TABLEAU IV. 15: CALCULS HYDRAULIQUES.	86

V. Techniques d'irrigation

TABLEAU V. 1: ANALYSE MULTICRITERES DE CHOIX DE TECHNIQUE D'ARROSAGE.	93
--	----

VI. Dimensionnement à la parcelle :

TABLEAU VI. 1: CALCUL DE DIAMETRE DE LA RAMPE.....	108
TABLEAU VI. 2 : CALCUL DE DIAMETRE DE LA PORTE RAMPE.	108
TABLEAU VI. 3: : CALCUL DE DIAMETRE DES CONDUITES TERTIAIRES.	109
TABLEAU VI. 4 : RECAPITULATIF DES CALCULS HYDRAULIQUES.....	109

VII. Aspect technico économique :

TABLEAU VII. 1: CALCULS DES DIFFERENT VOLUME DES TERRASSEMENT.	113
TABLEAU VII. 2 : CALCUL DU VOLUME DU REMBLAI.....	114
TABLEAU VII. 3 : MONTANT DE LA MISE EN PLACE DE LA CONDUITE.	114
TABLEAU VII. 4 ESTIMATION DES COUT DU RESERVOIR.	115
TABLEAU VII. 5: COUTS DE CONSTRUCTION DE L'ABRI DE LA STATION.	115

Liste des planches :

Planche N°01 : Plan de situation du périmètre ZIT-EMBA.

Planche N°02 : Occupation du sol du périmètre ZIT-EMBA.

Planche N°03 : Plan d'adduction du périmètre ZIT-EMBA (450Ha).

Planche N°04 : Profil en long de la conduite de distribution.

Planche N°05 : Plan du réseau d'aspersion de parcelle 01, ilot 07
périmètre ZIT-EMBA W.SKIKDA

Planche N°06 : Plan du réseau goutte à goutte de la parcelle 01, ilot
25 périmètre ZIT-EMBA W.SKIKDA.

Liste des figures :

I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE :

FIGURE I— 1 : LOCALISATION DE LA WILAYA DE SKIKDA (CARTE DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE 2015, ARROUR EL HACHEMI).....	14
FIGURE I— 2 : RESEAU HYDROGRAPHIQUE DU BASSIN SEYBOUSE (AGENCE DES BASSINS HYDROLOGIQUES, 2013)	16
FIGURE I— 3 : VARIATIONS MENSUELLES DES PLUIES.	17
FIGURE I— 4 : VARIATION MENSUELLE DES TEMPERATURES MAXIMALES, MINIMALES ET MOYENNES.....	18
FIGURE I— 5 : EVOLUTION D'HUMIDITE RELATIVE DURANT L'ANNEE.....	19
FIGURE I— 6 : RADAR DES VITESSES DU VENT A TRAVERS L'ANNEE.....	20
FIGURE I— 7 : HISTOGRAMME D'INSOLATION JOURNALIERE	21
FIGURE I— 8 : HISTOGRAMME D'EVAPOTRANSPIRATION RELATIVE MENSUELLE.....	22
FIGURE I— 9 : DIAGRAMME BIOCLIMATIQUE D'EMBERGER	24
FIGURE I— 10 : CLIMOGRAMME DE GAUSSEN	25
FIGURE I— 11 : REPARTITION DES SECTEURS D'ACTIVITE A SKIKDA.....	25

II Ressource en sol & ressource en eau :

FIGURE II-1 : DIAGRAMME DE REVERSIDE.....	34
FIGURE II-2 : REPRESENTATION GRAPHIQUE DE L'AJUSTEMENT A LA LOI GAUSSIENNE.	41
FIGURE II-3 : RESULTAT DU TESTE D'ADEQUATION EN HYFRAN.....	42

III. Besoins en eau des cultes

FIGURE III. 1 : OCCUPATION DU SOL EN %.	50
--	----

IV. Etude du système d'adduction :

FIGURE IV. 1: COURBES CARACTERISTIQUES DE LA POMPE	79
--	----

VI. Dimensionnement à la parcelle :

FIGURE VI. 1 : DISPOSITIFS D'INSTALLATION DES GOUTTEURS SUR LA RAMPE.	103
--	-----

VII. Aspect technico économique :

FIGURE VII. 1 : POSITION DE LA CONDUITE DANS UNE TRANCHEE.....	113
--	-----

Introduction générale :

Le développement des activités humaines à travers le monde a connu une croissance exponentielle, cherchant à faciliter les tâches de vie quotidienne et les mettre à la disposition de chacun qu'elle que soit son domaine. Cette révolution contribue largement aux augmentations des besoins en ressource en eau, c'est pour ce là que certains problèmes engendrés à l'échelle mondiale menacent la persistance de ces ressources et les mettre en danger, alors là lors du siècle de réchauffement climatique et de problèmes météo-hydrologique d'où le monde d'agriculture soit compromet de sa matière primordiale.

Donc les études hydrauliques sont plus que en tous projets agricultures pour pouvoir assurer les besoins d'un périmètre d'un côté et de garantir la rationalité d'exploitation en préservant les ressources en eau d'un autre.

En Algérie, certains problèmes fréquentent le secteur agricole ; les besoins augmentent annuellement tandis que la dynamique des ressources en eau baisse progressivement, aussi la situation de l'agriculture algérienne est très embarrassante, la production agricole a une augmentation limitée et son poids sur l'économie a diminué considérablement. Une portion importante de la superficie irrigable n'est pas actuellement suffisamment approvisionnée en eau pour permettre des cultures délicates.

Le périmètre d'irrigation de Zit Emba situé dans la wilaya de Skikda connaît des baisses de rendements remarquables au cours de ces dernières années à cause de l'effet combiné des changements climatiques induisant la rareté de la ressource en eau mobilisable d'une part ; et l'usage de systèmes d'irrigation peu adéquats, ce qui exige le recours à des solutions techniques et rationnelles en vue de remédier à cette problématique et d'assurer une bonne gestion de l'eau.

Notre sujet d'étude rentre dans ce contexte, il vise à mobiliser l'eau du barrage de Zit Emba qui permet de mettre en place un système d'adduction et de distribution en introduisant des systèmes d'irrigation modernes technicoéconomique et performants tels que l'aspersion et l'irrigation localisée.

Le périmètre de Zit Emba est caractérisé par une agriculture extensive d'où on propose dans ce mémoire de dimensionner un nouveau réseau d'irrigation et substituer les systèmes d'irrigation classiques par des systèmes modernes pour but d'augmenter le rendement des cultures mises en place en préservant les ressources en eau et assurant la rationalité et la bonne gestion de ces ressources .

Notre travail est scindé en sept chapitres à savoir premièrement la description de la zone d'étude ensuite, aborder l'ensemble des différentes ressources en sol et en eau. Par suite l'estimation des besoins en eau des cultures qui sont les données de base du dimensionnement du système d'adduction et de distribution à travers les parcelles selon et selon la technique choisie.

Enfin une étude estimative du cout du projet a été attribuée pour pouvoir amortir et mettre le projet su la balance économique.

I. Présentation de la zone d'étude :

Introduction :

Ce chapitre a pour but de présenter la zone d'étude et ses caractéristiques, d'où on doit analyser la nature de ce périmètre en différents angle de vus (géologique, agricole, climatologique, pédologique, et hydrologique) pour tenir toute conditions en considération afin d'avoir un dimensionnement plus en plus serviable dans toutes circonstances.

1.1 Présentation de la wilaya de Skikda :

1.1.1 Situation géographique :

La wilaya de Skikda se situe dans le nord-est de l'Algérie, elle s'étend sur une superficie de 4 118 km², dans l'espace géographique compris entre l'Atlas Tellien et le littoral méditerranéen. Elle dispose de 140km de côtes qui s'étalent de la Marsa à l'est jusqu'à Oued Z'hour aux fins fonds du massif de Collo à l'ouest. Elle est limitée comme suit :

- Au Nord par la mer méditerranée.
- Au sud par les Wilayas de Constantine, Mila et Guelma.
- A l'Est par la Wilaya d'Annaba.
- A l'Ouest par la wilaya de Jijel

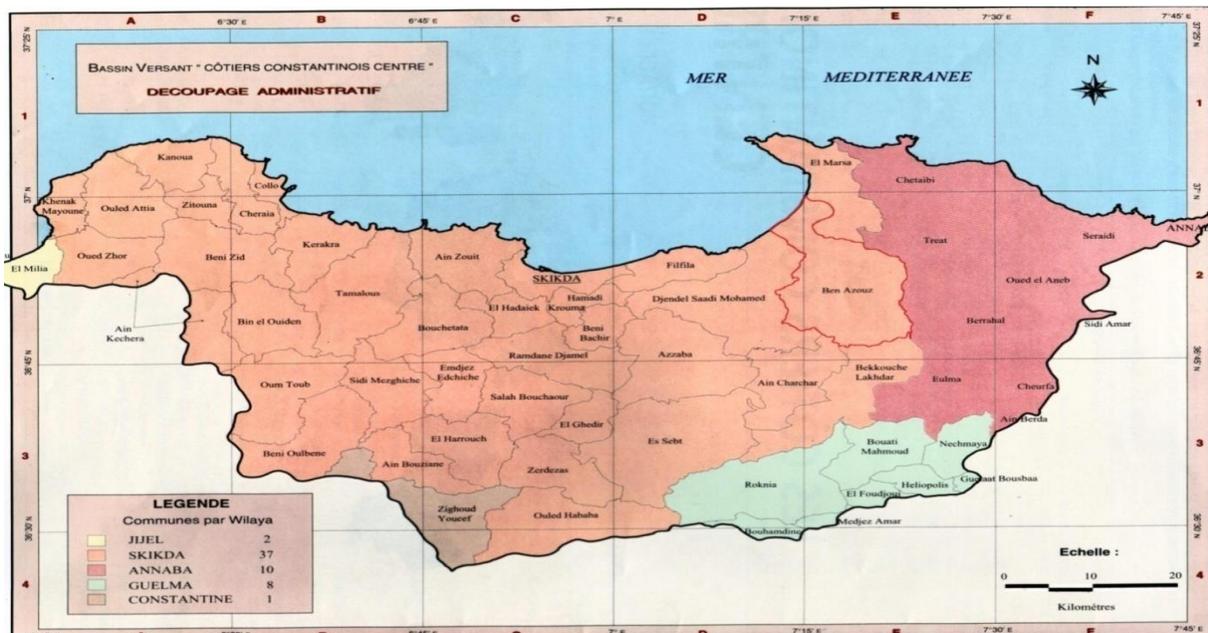


Figure I – 1 : Localisation de la wilaya de Skikda (Carte du réseau hydrographique 2015, Arrou el Hachemi)

I.1.2 Situation démographique :

Selon le recensement national 2008, la population de la wilaya de Skikda est de 898 680 habitants, sur une superficie de 4026 Km², d'où la densité est d'environ 223 habitants/Km².

I.1.3 Localisation du périmètre :

Le périmètre de Zit-Emba chevauche sur quatre communes par ordre d'importance de surface : Bekkouche-Lakhdar, Ain-Charchar, Djendel et Saadi Mohamed. Le périmètre d'irrigation a été défini dans les parties plates de la contrée, entourées de coteaux et de collines à relief plus ou moins accentué. La plaine alluviale de Oued Kébir, sur lequel se trouve le barrage, est relativement étroite à l'aval immédiat du barrage – elle ne présente ici qu'une largeur d'un kilomètre. En aval du confluent avec oued Emchekel, elle s'ouvre progressivement jusqu'au plaines des alentours du lac salé de Fetzara. La plaine alluviale du cours inférieur de l'Oued Kébir a également été incluse dans le périmètre. La limite Est, dans la direction du lac Fetzara, est constituée de sol chargé de sel, c'est pourquoi l'autorité agricole l'a éliminé de la mise en exploitation.

Au Nord, le périmètre s'arrête à la limite de l'autoroute Constantine-Annaba. La zone Sud couvre une superficie de 2 516 ha.

I.1.4 Contexte Géologique :

Le périmètre de Zit-Emba est principalement des formations quaternaires, et quelques formations calcaires. Cependant on rencontre aussi des formations du mio-pliocène.

I.1.4.1 LES FORMATIONS QUATERNAIRES

- ❖ Alluvions récentes ou actuelles : ce sont surtout des limons et des graviers rencontrés le long des oueds et quelques galets gréseux provenant du moi-pliocène qui se caractérise par un mauvais drainage. Ce qui permet le développement d'une végétation herbacée et qui constitue d'excellents pâturages.
- ❖ Terres arables, formation de pente, alluvions anciennes et quaternaire indéterminé : ce sont des placages limoneux qui eux ne sont qu'exceptionnellement inondables et sur lesquels s'est installés des sols bruns calcaires.
- ❖ Villafranchien probable : calcaires lacustres, sols à croute, cailloutis fluviaux, ces niveaux sont ravinés par des argiles. Sur les croutes sont installés des sols peu profonds ou la partie la plus récente est une nouvelle croute dont l'épaisseur est comprise généralement entre 2 à 10 cm, alimentée en carbonate par la croute massive et que les labours doivent disloquer.

I.1.4.2 LES FORMATIONS MIO-PLIOCENES

- ❖ Mio-pliocène continental : sables, limons rougeâtres, cailloutis et conglomérats. C'est une puissante accumulation de cailloutis de limons rougeâtres argilo-sableux ou marno-calcaires.

I.1.5 Réseau hydrographique :

Comme le montre le réseau hydrographique du bassin versant Seybousse, qui s'appartient au fuseau constantinois qu'est assez dense. L'aire d'étude est constituée par deux grands bassins : Le premier, intérieur, formé par les deux oueds oued Emchekel et oued El-Hammam, deux importants cours d'eau qui affluent un peu en aval de Bekkouche-Lakhdar et formant l'oued El-Kebir Ouest ; sa superficie est d'environ 1120 km².

Le second à proximité de la cote, embrasse le versant sud de l'Edough et le versant Nord de la basse chaîne qui partage les eaux entre l'oued El-Aneb et le fetzara.

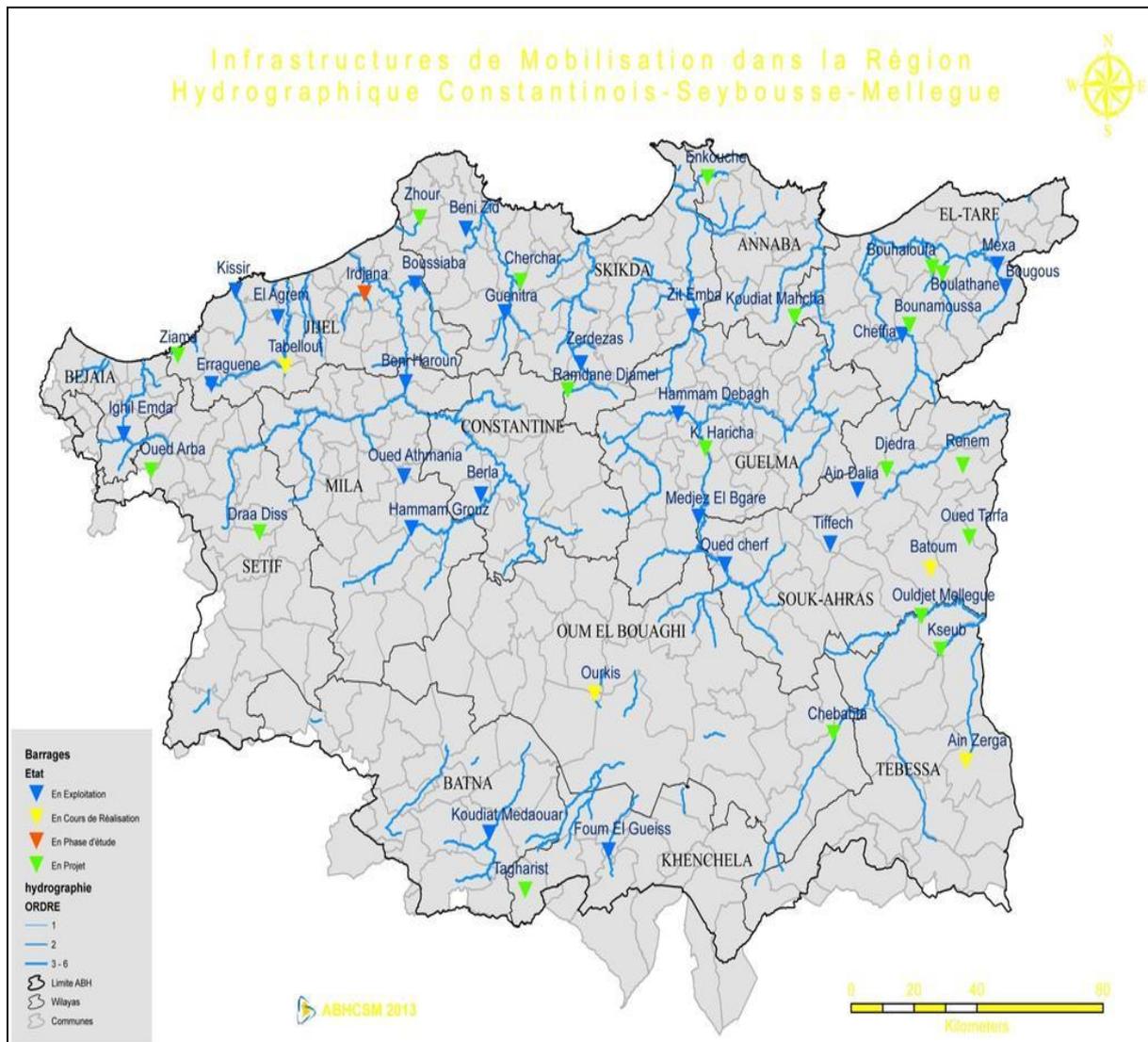


Figure I – 2 : Réseau hydrographique du bassin Seybouse (Agence des bassins hydrologiques, 2013)

1.1.6 Conditions climatiques :

Les conditions climatiques sont très importantes, elles interviennent dans l'estimation des besoins des cultures, dans le choix du système d'irrigation, conditionne le développement des végétaux, et assure la bonne production. Dans un projet d'irrigation les facteurs climatiques les plus déterminants sont : la température, la pluviométrie, l'humidité relative, l'évapotranspiration, l'intensité des vents et leur direction, ainsi que l'ensoleillement forment un ensemble d'éléments décisifs Pour ce faire on s'appuie sur les données fournies par la station métrologique de Skikda (Latitude(N) :36°53, longitude(E) :06°54^E, Altitude (m) 2).

I.1.6.1 La pluviométrie :

L'irrigation est directement liée à la pluviométrie car en cas de manque ou de perturbation de cette, l'apport artificiel d'eau pour assurer ce déficit éviter de mettre la plante dans un stress hydrique.

Tableau I. 1 Les précipitations mensuelles de la station de Skikda

Moi	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Octo	Nevo	Déc	Année
Pluie moyenne (mm)	113,2	104,6	55,8	59,9	42,2	12	2,5	14,8	54,2	57,5	132,1	149,4	798,2

Source : O.N.I.D

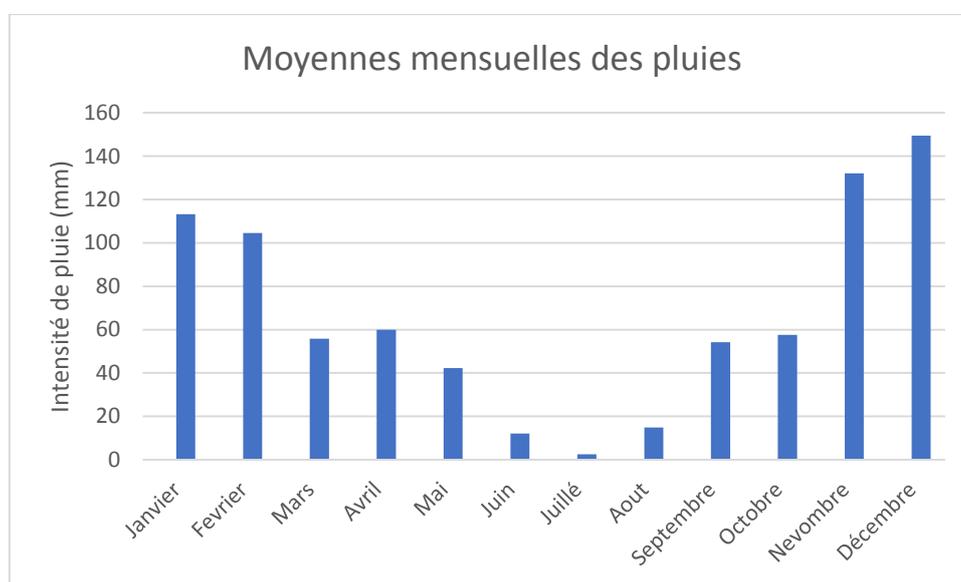


Figure I – 3 : Variations mensuelles des pluies.

Le **tableau I.1** représente les pluies mensuelles moyennes de la zone métrée par cette station.

Les pluies annuelles sont 798.2 mm/an.

Les mois les plus pluvieux sont : Novembre, Décembre et Janvier, tandis que celles de Juin, juillet et Août sont les plus faibles.

La variation des précipitations entre les mois d'hiver et d'été est considérable, elle passe de 2.5 à 149.4 mm. Cette mauvaise répartition des pluies ne favorise pas un développement harmonieux de l'agriculture et nécessite des apports complémentaires pour satisfaire les besoins des plantes.

1.1.6.2 La température :

La connaissance de la variation de la température à travers les jours, les mois et les années nous permet de savoir mieux notre zone, et puis le bon choix des cultes à

Mettre en place, ainsi que la quantité et la qualité d'irrigation.

Comme l'indique le **tableau I.2**.

Tableau I. 2 : variation des températures moyennes mensuelles & annuelles en °C.

Paramètre	Jan.	Fév.	Mar.	Avr	Mai.	Jui.	Juil.	Aoû.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
T max (°C)	16.8	16.2	18.9	20.4	23.0	26.8	28.8	30.0	27.5	25.6	20.6	17.8	22.7
T min (°C)	9.0	8.5	10.8	12.4	15.8	19.5	22.0	23.0	20.4	17.3	13.0	10.2	15.2
T moy (°C)	12.9	12.4	14.9	16.4	19.4	23.2	25.4	26.5	24.0	21.5	16.8	14.0	18.95

Source : Office Nationale de la Météorologie (Alger).

T max : moyenne de tous les maxima

T min : moyenne de tous les minima

T moy : moyenne mensuelle

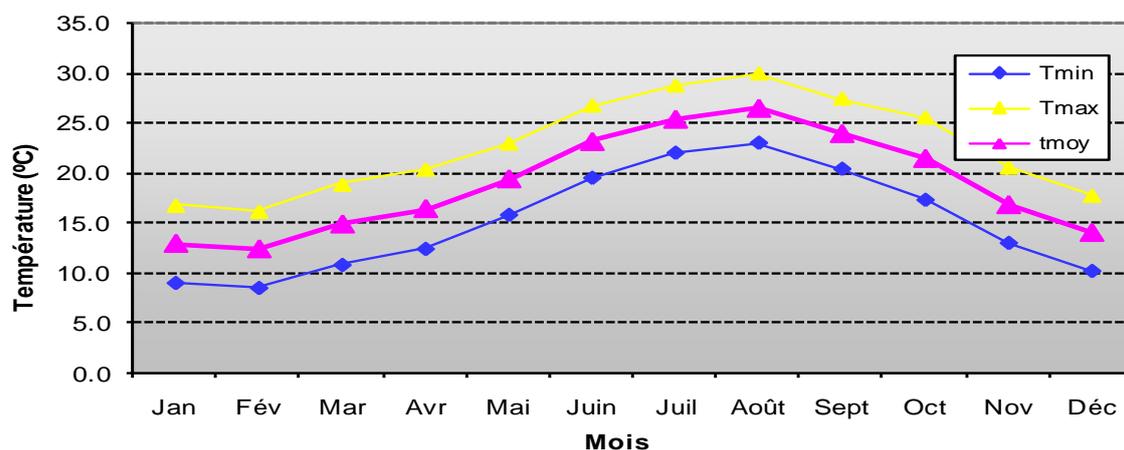


Figure 1 – 4 : Variation mensuelle des températures maximales, minimales et moyennes.

Le climat méditerranéen engendre la wilaya de Skikda, d'où on trouve des températures modérées en général. L'été chaud et sec, avec une température maximale de 30°C selon la station climatologique de Skikda et un hiver relativement doux (12.4°C). Le périmètre est **sous l'influence** maritime ce qui favorise le développement des cultures.

1.1.6.3 L'humidité :

L'humidité relative de l'air, ou degré hygrométrique, couramment notée ϕ , correspond au rapport de la pression partielle de la vapeur d'eau contenue dans l'air sur la pression (tension) de vapeur saturante à la même température. Elle est donc une mesure du rapport entre le contenu en vapeur d'eau de l'air et sa capacité maximale à en contenir dans ces conditions. Ce rapport changera si on change la température ou la pression bien que l'humidité absolue de l'air n'ait pas changée. Elle est mesurée à l'aide d'un hygromètre.

Les données hygrométrique fournissées sont représentées dans le tableau ci-après :

Tableau I. 3: Variation mensuelle d'humidité.

	JAN	Fev	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOU	SEP	OCT	NEV	DEC	ANNEE
Humidité %	67	68	66	66	69	73	71	72	74	72	75	67	70

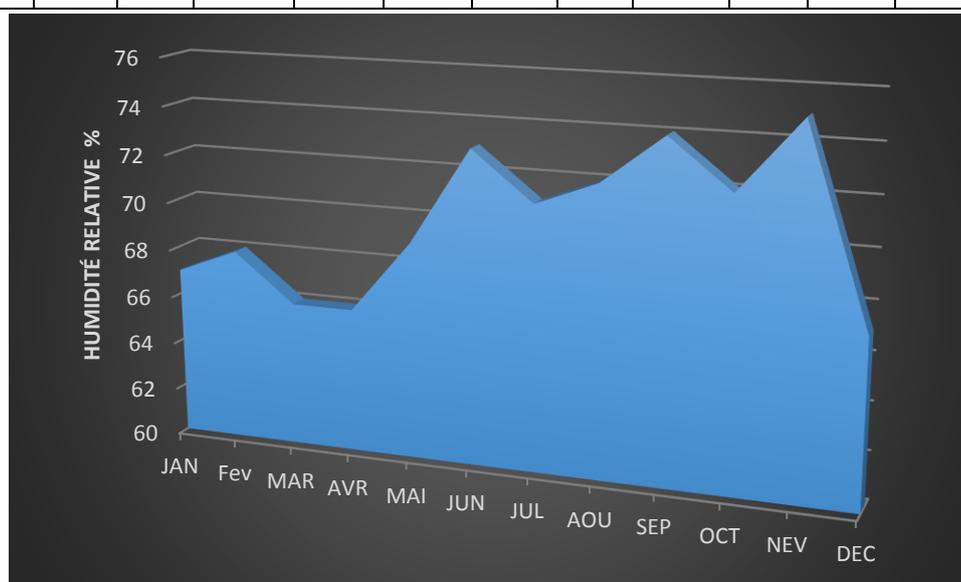


Figure I – 5 : Evolution d'humidité relative durant l'année.

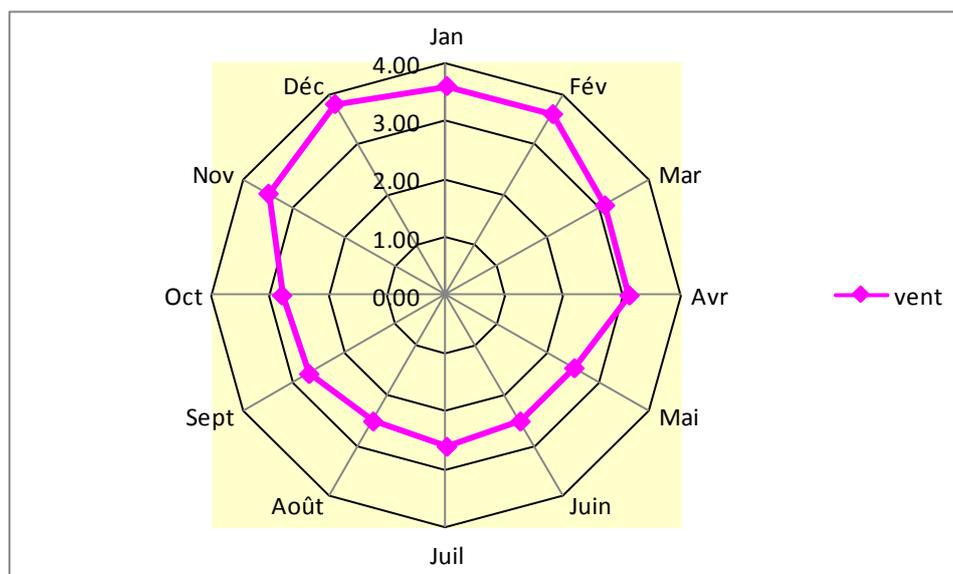
La valeur de la moyenne annuelle d'humidité est de 70%.

1.1.6.4 Le vent :

Le vent est le mouvement au sein d'une atmosphère, masse de gaz située à la surface d'une planète, d'une partie de ce gaz. Les vents sont globalement provoqués par un réchauffement inégalement réparti à la surface de la planète provenant du rayonnement stellaire (énergie solaire), et par la rotation de la planète. Sur Terre, ce déplacement est essentiel à l'explication de tous les phénomènes météorologiques. Le vent est mécaniquement décrit par les lois des fluides. Les vents sont généralement classifiés selon leur ampleur spatiale, leur localisation géographique, le type de force qui les produit et leurs vitesses qu'est mesurée avec un anémomètre. Les vents influent considérablement sur l'évapotranspiration, de plus ils représentent un facteur important dans le cas de l'irrigation par aspersion.

Tableau I. 4: Variation mensuelle de la vitesse du vent.

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr	Mai.	Jun.	Jul.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Vitesse du vent (m/s)	3.6	3.6	3.1	3.1	2.5	2.5	2.6	2.5	2.7	2.8	3.5	3.8	3.03

**Figure I – 6 : Radar des vitesses du vent à travers l'année.**

La vitesse moyenne du vent présente une petite variation pendant toute l'année, passant d'une valeur minimale de 1,5 m/s en Août à une valeur maximale d'environ 2,4 m/s en Avril.

1.1.6.5 Siroco :

Le siroco 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 les chutes du rendement, il augmente l'évapotranspiration des cultures à une fréquence annuelle assez faible, 4 à 5 jours par an, entre mai et septembre avec un maximum en août, donc sa connaissance est primordiale pour le choix des espèces à préconiser dans le périmètre.

1.1.6.6 L'ensoleillement :

L'ensoleillement, aussi appelé insolation, est la mesure du rayonnement solaire que reçoit une surface au cours d'une période donnée, s'exprimant en mégajoules par mètre carré, MJ/m² (comme recommandé par l'Organisation météorologique mondiale) ou en watts-heures par mètre carré, Wh/m². En irrigation, on s'intéresse à l'insolation pour vu qu'elle conditionne l'activité de la photosynthèse et l'évapotranspiration.

Le **tableau I.5** représente les valeurs moyennes mensuelles et annuelles de la durée d'insolation journalière.

Tableau I. 5: Valeurs moyennes des durées d'insolation journalières en Heure/jour

Mois	Jan	Fév	Mar.	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Moy(h/moi)	190	201	230	253	263	284	299	290	250	229	182	176	2847
Insolation (h/j)	6.13	7.18	7.42	8.43	8.48	9.47	9.64	9.35	8.33	7.39	6.06	5.68	7.8

Source : ONM Skikda

Les valeurs moyennes mensuelles varient régulièrement pendant l'année : les valeurs les plus élevées correspondent à la saison estivale, avec 9,64 h par jour, dans d'autres saisons et une valeur minimale pendant le mois de décembre de 5,68 h par jour.

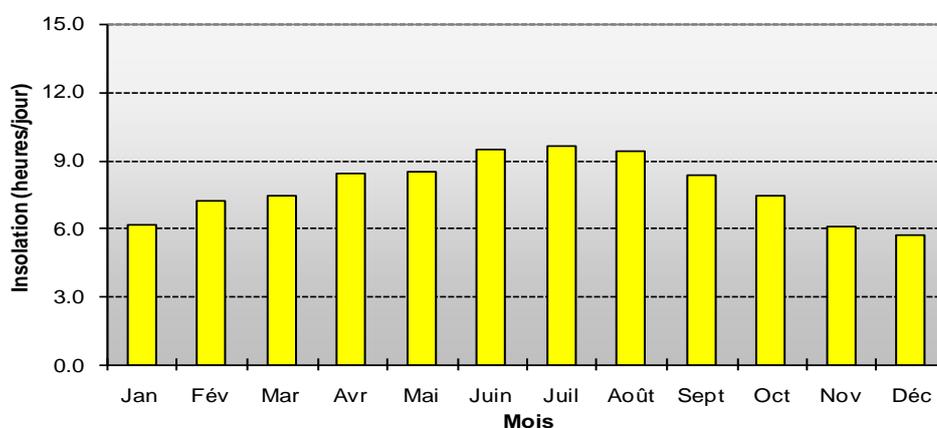


Figure I – 7 : Histogramme d'insolation journalière

1.2 L'évapotranspiration potentielle (ETP) :

L'évapotranspiration potentielle représente les pertes d'eau par évaporation et par transpiration des plantes d'un terrain couvert de gazon, (évapotranspiration de référence).

Tableau I. 6: valeurs de l'évapotranspiration potentielle moyenne mensuelle en mm/mois.

Moi	JAN	Fev	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOU	SEP	OCT	NEV	DEC	ANNEE
ETP (mm)	25,8	40,5	74	108,6	133	152,6	173,9	164	113,5	73,4	41,2	22,5	1123

Source : ONM Skikda

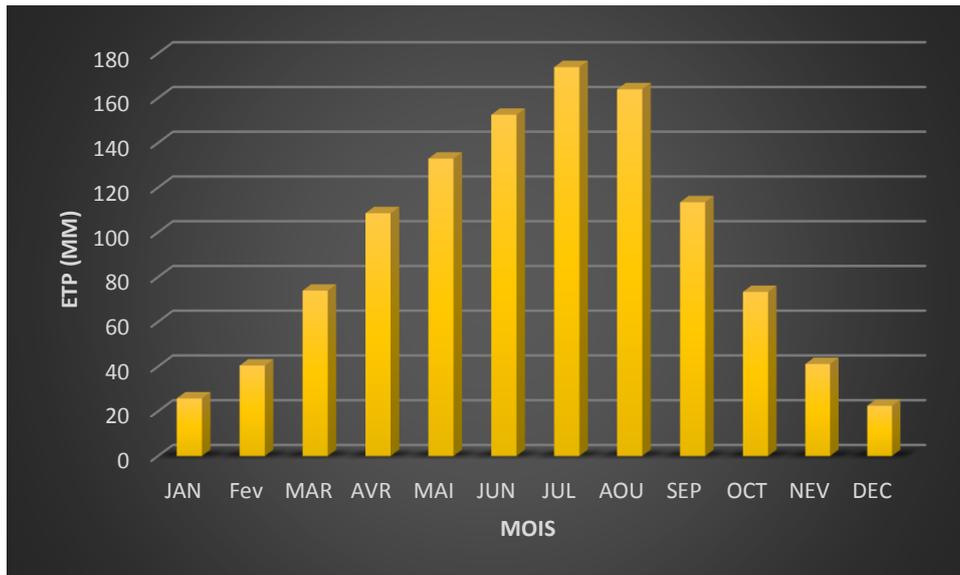


Figure I – 8 : Histogramme d'évapotranspiration relative mensuelle.

La somme d'évapotranspirations moyennes à travers dix ans enregistrées à ONM nous donne 1123 mm annuellement, avec une pic de 173.9 mm au-dessus (juillet), et 25.8 mm au-dessous (janvier).

1.3 Indice agro-météorologique :

Le but de ce calcul c'est la détermination de type de climat et voir l'interférence des différents variables de ce climat et leur action sur les plantes. Ces Formules se basent principalement sur deux facteurs essentiels : Pluviométrie et thermique.

1.3.1 l'indice d'aridité de MARTON :

Ce calcul, permet de classer le climat selon la classification de MARTON, et de préciser le degré de sécheresse de la région, par conséquent on peut renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation suivant cette formule :

$$I_A = \frac{P}{T + 10} \quad \dots(1.1)$$

Avec :

I_A : indice climatique ;

P : précipitation moyenne annuelle (mm) ;

T : Température moyenne annuelle (°C).

Tableau I. 7: Classification du climat selon 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

Pour : P = 798.2 mm et T = 18.95 °C.c

$$I_A = \frac{798.2}{18.95 + 10} \approx 27.57$$

Selon la classification de Martonne, $20 < I_A < 30$, d'où le climat est relativement humide, ce qui implique que l'irrigation est parfois utile.

1.3.2 CLASSIFICATION DU CLIMAT SELON LE DIAGRAMME D'EMBERGER :

Le **quotient pluviométrique** ou indice climatique d'Emberger sert à définir les cinq différents types de climats méditerranéens, depuis le plus aride, jusqu'à la haute montagne, il s'exprime comme suit :

$$Q = \frac{2000 P}{M^2 - m^2} \quad \dots(I.2)$$

Q : Coefficient pluvio-thermique d'Emberger.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

M : Température maximale du mois le plus chaud (Kelvin).

m : Températures minimale du mois le plus froid (Kelvin).

Pour : p= 798.2 mm, M=30°C = 30+273.15=303.15 K, m=8.5°C = 281.65 K.

$$Q = \frac{2000 \cdot 798.2}{(303.15)^2 - (281.65)^2} = 126.96$$

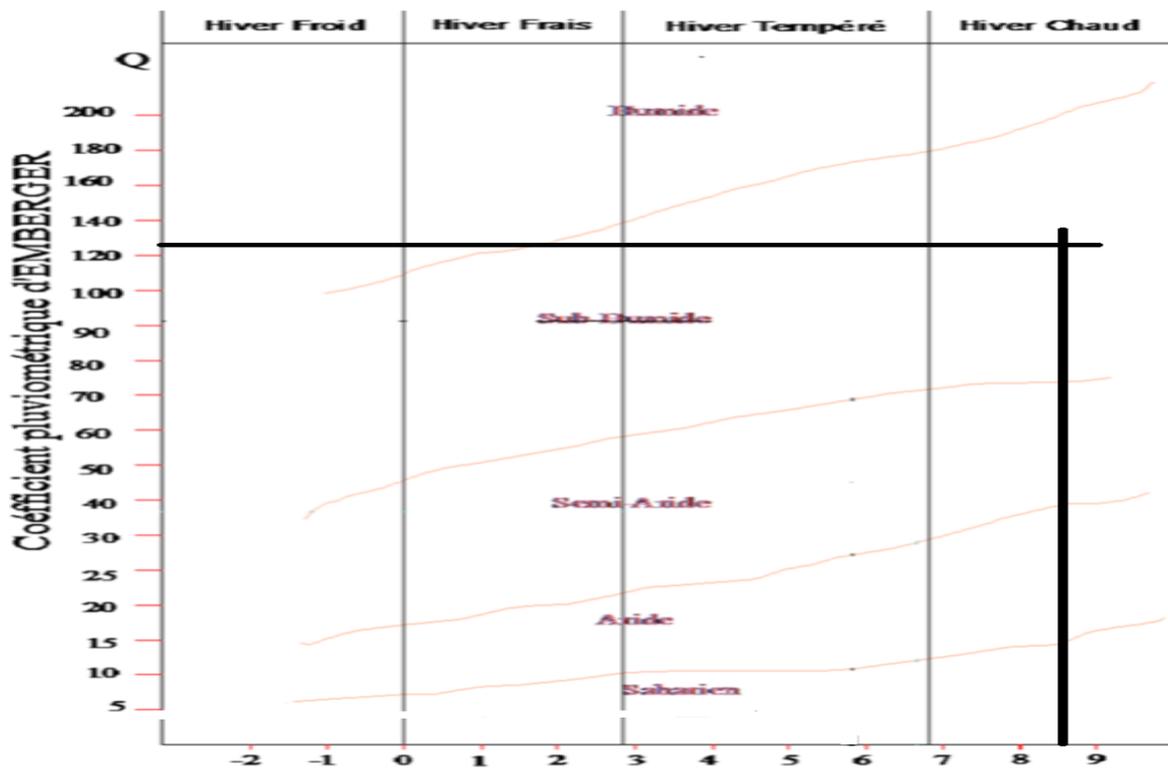
Tableau I. 8: Quotient pluviométrique

Précipitations (mm)	m (k°)	M (k°)	Q (m /°K)	Etage bioclimatique
798.2	281.65	303.15	126.97	Subhumide

D'après le diagramme bioclimatique d'EMBERGER, (**Figure I.11**), la valeur de

Q = 126.96 mm /°K pour une température du mois le plus froid, **T = 8.5 °C**, nous donne un étage bioclimatique «Subhumide». En portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid, on peut confirmer que notre région se situe dans :

L'étage bioclimatique : Subhumide

**Figure I – 9 : Diagramme bioclimatique d'Emberger**

I.3.3 CLASSIFICATION DU CLIMAT SELON L'INDICE DE BAGNOULS ET GAUSSEN :

L'aridité est un phénomène climatique impliquant une pluviométrie faible, Dans les régions dites arides, les précipitations sont inférieures à l'évapotranspiration potentielle (notée ETP).

Selon Henry Gausson une période donnée est dite aride si : $P < 2 \times T$. Le diagramme ombre-thermique permet la détermination de la période sèche, Lorsque la courbe des précipitations passe au-dessous de la courbe des températures, la période qui s'étale entre les points d'interactions des deux courbes correspond à la durée de la période sèche.

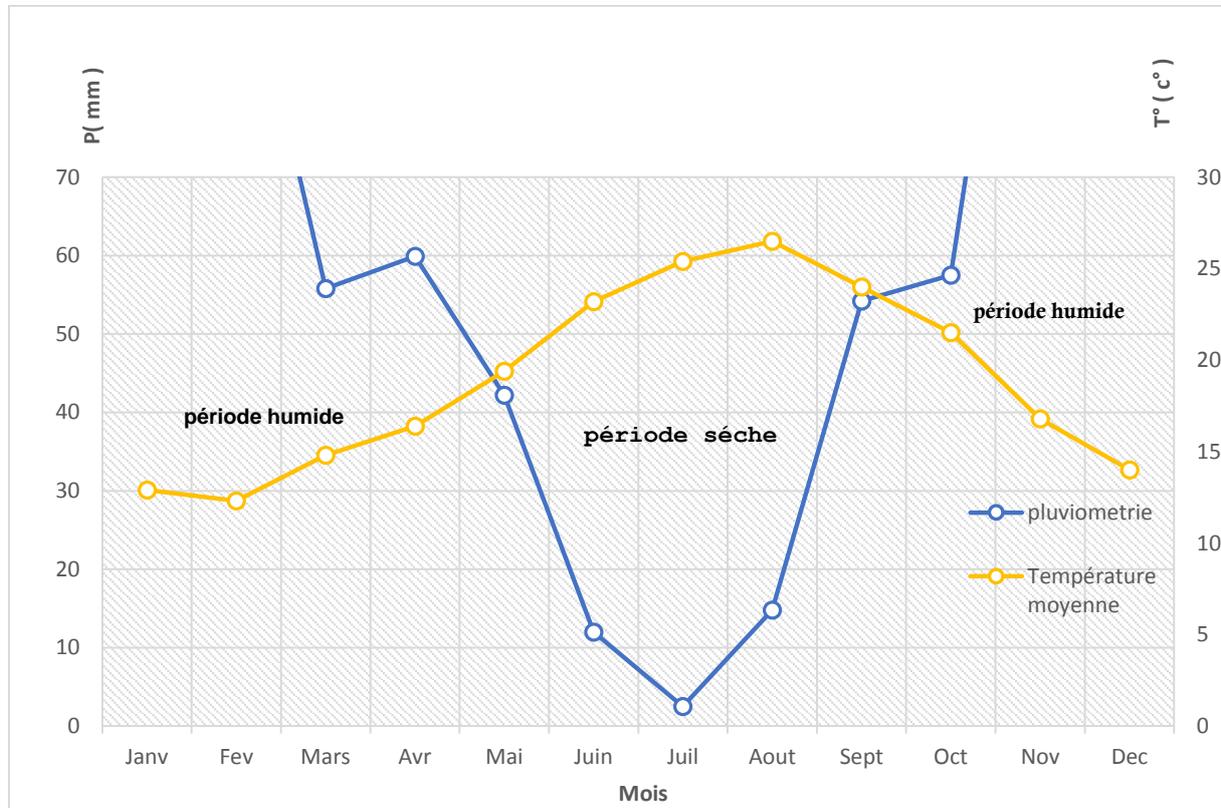


Figure I – 10 : Climogramme de Gausson

On constate que la période sèche s'étale du mois de Mai jusqu'à la fin du mois de Septembre.

1.4 Etude socioéconomique :

La population de la wilaya de Skikda est plutôt jeune avec une population ayant un âge inférieur à 15 ans de 24% du total de la population, constitue dans les années à venir une importante ressource humaine.

Le volume de l'emploi, tous secteurs confondus, avoisine les 275 103 postes de travail et le taux d'occupation est quant à lui de 89,45 %.

Le secteur d'agriculture demeure le premier employeur avec une population occupée de 106 893 salariés et un taux de 39%.

Tableau I. 9: Répartition des terres de la commune

	Affectation	Superficie (ha)	Proportion(%) par rapport	
			SAU	SAT
Terres labourables	Cultures herbacées	76 656,7	58.13	39.68
	Jachère	33 367,03	25.30	17.27
	Arboriculture	19 413,27	14.72	10.05
	Vignoble	1 602	1.22	0.83
Total SAU		131 879	100	68.27
Dont en irrigué		15 300	11.60	7.92
Pacages et parcours		42 977	32.59	22.25
Terres improductives des exploitations		18 323	13.89	9.48
Total des terres agricoles		193 179	146.48	100

1.5 Conclusion :

Dans le présent chapitre nous avons fait une présentation générale de la zone d'étude afin de mieux connaître le périmètre, en particulier les conditions climatiques de la zone d'étude. Les paramètres agro-météorologiques indiquent que notre zone est soumise à un régime pluviométrique subhumide. Dans ce cas, l'intervention de l'irrigation s'avère parfois utile pour l'intensification et la satisfaction des cultures.

II Ressources en sol & ressources en eau :

II.1 Ressources en sol :

Introduction :

Pour bien connaître le sol de notre périmètre, on étudie la formation et l'évolution d'un sol, sous l'action du milieu, du climat, de l'activité biologique et de la végétation. L'étude pédologique est un facteur primordial pour prendre en compte la nature et la distribution des caractéristiques et des contraintes relevant des sols. On s'intéresse à cette étude sur la texture, le critère d'hydromorphie, la présence et la profondeur de la nappe, la porosité, la salinité et le calcaire actif, qui seront utiles lors du dimensionnement car le sol et le réservoir (stock) de l'eau des précipitations et celle d'irrigation.

II.1.1 Classification du sol :

Parmi les systèmes à vocation mondiale, la typologie française avec, d'une part, la classification française C.P.C.S. (Commission de pédologie et de cartographie des sols, 1967) et la typologie américaine avec la Soil Taxonomy (1975) ; et la typologie internationale comprenant la légende F.A.O.-U.N.E.S.C.O. (1990) ; et avec les analyses des échantillons des sols au laboratoire, à l'aide de la progression de la mécanique des sols et la géotechnique ont mis en évidence les caractères bio-physicochimiques, puis la distinction de différents types de sol selon ces derniers.

Le sol du périmètre ZIT-EMBA est de classe des sols peu évolués. Les sols de cette classe présentent un horizon humifère net (riche en débris végétaux, donc en humus : couche de végétaux en décomposition du fait de la zone fortement végétalisée dans laquelle elle se trouve (forêt, bois, sous-bois). L'altération de la roche mère est poussée mais il est souvent difficile, sur la simple observation du profil, de déterminer un sens d'évolution par suite d'une grande jeunesse du sol ou bien en raison de climat ne permettant pas des processus d'évolution bien tranchés. Dans les zones méditerranéenne et intertropicale, les sols peu évolués correspondent surtout à des zones rajeunies par l'érosion (sols peu évolués d'érosion) ou des sols résultants d'apports par les cours d'eau et très souvent il s'agit de sols d'origine alluviale. La faible évolution des sols se traduit en général par une richesse chimique considérable.

➤ La structure :

La structure permet de préciser l'organisation des divers types de sols et les limites de certains horizons. Elle n'est pas une valeur constante : elle varie dans le temps avec les saisons, en fonction de l'humidité et sous l'effet de la culture. L'agent principal de la structure du sol est l'eau. On parle de structure «stable» ou «instable» selon que le sol est résistant à l'eau et dont les agrégats se délitent ou pas en milieu humide.

Un ensemble de propriétés comme la perméabilité, la porosité et la cohésion sont liées à la structure.

➤ La texture :

La texture du sol permet de préciser les proportions relatives de diverses tailles des particules d'un sol donné.

Les analyses granulométriques ont montrées que les sols possèdent une texture limoneuse à limo-argileuse.

C'est dans les sols peu évolués que le taux d'argile le plus élevé a été obtenu. Cependant, un nombre significatif d'échantillons possède des textures équilibrées.

Dans les sols où y a un taux d'argile, la perméabilité est relativement faible (imperméable).

Tableau II. 1: REPARTITION DES CATEGORIES DU SOL DU PERIMETRE.

Catégorie	Description	Aptitude culturelle	Surface occupée (ha)	Surface (%)
I	Zone favorable à irriguer et en priorité. Profondeur supérieure à 120cm. Bonne aptitude à irriguer	cultures industrielles, céréalières, fourragères bonnes pour les cultures maraîchères et arbustives.	3043.25	47
II	Présentation de problèmes mineurs d'aménagement. niveau mal drainant à moyenne profondeur texture fine teneur élevée en CaCO_3 actif. vertisolisation	Cultures maraîchères bons pour les cultures céréalières, fourragères. moyens pour l'arboriculture	2525.25	39
III	vertisolisation hydromorphie texture fine texture grossière profondeur des profils de 80 à 120 cm	bons pour les cultures céréalières, fourragères moyennes pour les cultures maraîchères inaptes pour les cultures arbustives	647.5	10
IV	zone non irrigable. présence d'une croûte ou encroûtement calcaires niveau marneux à très faible profondeur (0-30cm).	Inapte	259	4
V	zones exclues : agglomération, infrastructures, topographie accidentée, lit d'oued...		0	0

II.1.1.1.1 La porosité :

La porosité est l'ensemble des vides (pores) d'un sol, ces vides sont remplis par des fluides (liquide ou gaz). C'est une grandeur physique en pourcentage entre %, qui conditionne les capacités d'écoulement et de rétention d'un substrat. Elle est quantifiée en rapport entre le volume des vides d'un sol et son volume total :

II.1.1.1.2 La perméabilité :

La perméabilité d'un sol mesure son aptitude à se laisser traverser par un fluide sous l'effet d'un gradient de pression ou d'un champ de gravité. Cette quantité est liée à la loi de Darcy. La méthode choisie est celle d'infiltromètre à double-anneaux qu'est un appareil destiné à déterminer la vitesse d'infiltration de l'eau dans les sols standards (perméabilité de 10^{-5} cm.s⁻¹ à 10^{-2} cm.s⁻¹).

Mode opératoire : On enfonce dans le sol deux cylindres de même axe, d'environ 25 et 50 cm de diamètre. On les remplit d'eau au même niveau au début de l'opération puis, on mesure à chaque fois le niveau d'eau dans l'anneau central qui s'abaisse durant un intervalle de temps mesuré en parallèle, d'où on calcule la vitesse d'infiltration.

La valeur de 2,5 cm / h est la représentative des sols moyennement favorables couvre le secteur concerné. Les classes extrêmes (<1 et >4) sont faiblement représentées dans d'autres secteurs.

Récapitulation :

Propriétés physico-chimique	Description	Valeur moyenne
La structure	Stable	/
La texture	Limoneuse-limonoargileuse	/
Point de flétrissement	13 à 20 % sol peu évolué	15%
capacité de rétention	pF3 sol à texture fine	27%
PH	Sol alcalin	7.8-8.2
Capacité d'échange cationique (CEC)	Sol moyennement riche en éléments nutritifs	16-26 méq/100g

II.1.2 *Etude foncière :*

Une enquête par sondage et un inventaire des parcelles effectués en 1991 ont permis de connaître la situation du périmètre.

La zone à équiper comprend 47,46 % de la surface pour les exploitations collectives (EAC) et 52.64 % pour les exploitations individuelles (EI).

Tableau II. 2: Répartition des exploitations du périmètre à équiper par classe de taille.

Type	Classe	1	2	3	4	5	1A	1C
EAC	ha	10	20	40	60	80	-	-
E I	ha	4	8	12	20	-	1,5	2,5

Répartition des EAC et des EI dans le périmètre :

Classes	Nombre de parcelles	Superficie (ha)	Superficie (%)
EAC	38	3067	47.46
EAI	35	3409	52.64
Total	73	6476	100

Tableau II. 3: Tableau récapitulatif de la répartition du périmètre d'étude.

II.1.3 *Aptitude culturale :*

L'étude de l'aptitude culturale des sols vise à estimer la valeur agronomique des sols du point de vue cultures, cette étude est primordiale, elle permet de mieux orienter les agriculteurs dans leur choix des cultures. Les critères de détermination des aptitudes culturales reposent essentiellement sur les caractères morphologiques des sols (profondeur essentiellement) et leur position topographique et d'autre connecteurs : L'identification, la quantification et le classement par importance des propriétés intrinsèques du sol, L'évaluation des exigences qualitatives des cultures (arboriculture, grandes cultures et cultures industrielles) et l'évaluation de la qualité de l'eau d'irrigation.

Arboriculture : De façon générale, les sols présentent de bonnes aptitudes pour les espèces : les agrumes, l'olivier, la vigne, ou l'abricotier.

Les légumes : Leur irrigation permet une augmentation des 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). De plus, leurs résidus végétaux constitueront des amendements qui contribueront à l'amélioration des sols à texture fine et de structure défavorable.

Cultures céréalières et fourragères : Les cultures céréalières (blé, orge) peuvent être cultivées dans le périmètre sans contraintes ou restrictions en irriguée ou en sec. Les cultures fourragères deviennent possibles en irrigation, 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 : le blé, l'orge, la luzerne, le bersim et le Sorgho.

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.

Cultures maraichères : Cette liste concerne les cultures en extension ; les cultures sous serres comme pratiquées dans la région peuvent 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.

II.2 Ressources en eau :

Introduction :

L'eau est un élément constitutif majeur de la matière végétale, pour cela on va présenter dans cette partie les ressources en eau qui peuvent alimenter notre zone d'étude et analyser les pluies qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole.

Le présent chapitre a pour objet d'examiner les ressources en eau du barrage de **Zit-Emba** qui permettent d'approvisionner en eau et d'irriguer le périmètre de **Zit-Emba**.

II.2.1 Caractéristique du barrage Zit-Emba :

Le barrage de Zit-Emba, assurera seul et exclusivement l'alimentation en eau du périmètre d'irrigation projeté.

Tableau II. 4: Caractéristiques hydrauliques du barrage Zit-Emba.

Type	terre hétérogène a v e c noyau d'argile.
Capacité de la retenue	120 Mm³
Volume régularise	43,4 Mm³
Hauteur de la digue	50 m
Longueur en crête	598,5 m
Cote N.N.R	86 m
Cote P.H.E	91 m
Superficie p l a n d'eau au N.N.R	810 ha
Pluviométrie	600 mm

II.2.2 Hydrogéologie du site :

II.2.2.1 Oued Kbir :

Les crues hivernales peuvent entraîner des débordements malgré le lit mineur très profond de l'oued Kbir dans son parcours entre Bekkouche-Lakhdar et Ben-Azzouz, car le lit est très encombré par la végétation. Le relief irrégulier et la forte teneur en argile de la plupart des sols crée par ailleurs des zones d'inondations même sans débordement par suite de la stagnation des eaux pluviales. Ainsi, "les cuvettes" se remplissent très rapidement et restent

visibles jusqu'au printemps où la mise en culture est très tardive dans certaines zones. Un assainissement général est donc à définir, au moins dans la partie Sud et centrale du périmètre. Sur certaines parcelles, les submersions se produisent pratiquement chaque année, sur les autres, par contre, elles n'interviennent qu'exceptionnellement. Les résultats d'examen pédologiques ont démontré la nécessité d'un assainissement par drainage des terrains où le type et la structure du sol et le niveau de la nappe l'exigent. L'étude de régularisation de l'oued Kebir a pris en compte ces phénomènes et a proposé un ensemble de solution comprenant :

- ✓ Des barrages supplémentaires à celui de Zit -Emba avec une tranche réservée pour amortir les crues (sur oued fendek, Meksen, bou El hadjar).
- ✓ Un endiguement partiel : dans les zones avales, avec la création de station de pompage pour l'assainissement.
- ✓ Le maintien d'une zone d'inondation près de l'embouchure.

Source : ONID Skikda

II.2.3 Qualité de l'eau d'irrigation :

La qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation est un paramètre essentiel pour le rendement des cultures, le maintien de la productivité du sol et la protection de l'environnement. Ainsi, les propriétés physicochimiques du sol, telles que sa structure (stabilité des agrégats) et sa perméabilité, sont très sensibles au type d'ions potentiellement échangeables présents dans les eaux d'irrigation. La qualité de l'eau d'irrigation peut être mieux déterminée par une analyse chimique en laboratoire. Les facteurs les plus importants pour déterminer la qualité requise de l'eau dans l'agriculture sont : PH, Risque de Salinité, Risque de Sodium (Degré d'Adsorption du Sodium ou SAR), Le tableau récapitule la chimie d'eau utilisé :

Tableau II. 5: Qualité d'eau d'irrigation du barrage Zit-Emba.(Source : ONID Skikda)

Période	Année	Teneur en ions mg/l							Minéralisation mg/l	CE mmho/cm
		PH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	HCO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻		
Valeurs souhaitables		6,5 à 8,4	-	-	<69	<90	-	<106	<480	<0,75
Crues	1972	7.1	50	23	29	165	95	43	395	-
	1978	8.4	68	14	13	201	24	25	357	-
	1984	7.7	38	11	15	129	38	23	255	-
	1991	8.2	24	17	17	116	44	25	122	0.2
Etiage	1971	8.7	200	55	115	183	346	298	1197	-
	1972	8.3	178	50	93	201	410	153	1075	-
	1973	8.1	122	52	100	165	362	173	1001	-
	1973	7.5	160	53	95	96	470	168	1047	-

II.2.4 Classifications américaine des eaux d'irrigation :

L'eau d'irrigation, qu'elle provienne des rivières ou pompée dans les nappes, n'est jamais pure : elle contient des sels dissous qui suivant leur concentration, peuvent affecter le sol et les

cultures. Il importe alors d'adapter les pratiques agricoles à l'eau dont on dispose, sachant que les comportements seront différents suivant la nature des sels en cause.

La classification américaine des eaux d'irrigation est basée sur deux paramètres :

La Conductivité électrique CE (à 25 °C) et le rapport d'absorption du Sodium SAR.

II.2.4.1 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 II. 6: Classes des eaux en fonction de la conductivité électrique.

Classe	Conductivité électrique CE	Qualité des eaux (salinité)
C1	$CE \leq 0.25$	Eau de risque faible
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

L'eau du barrage de **Zit Emba** prévue pour l'irrigation du périmètre étudié à une conductivité électrique moyenne, **CE=0,2 mmhos/cm**, donc de classe **C1** (Eau de faible salinité à risque faible).

II.2.4.2 Le coefficient d'absorption du sodium (S.A.R) :

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

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

Avec : Na⁺, Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ en meq/l

a) **S1 : S.A.R <10**

L'eau contenant une faible quantité de sodium, elle peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans qu'il y ait à craindre que des difficultés ne surgissent du point de vue alcalinisation.

b) **S2 : 10 < S.A.R < 18**

Les eaux contenant une quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine, ces eaux peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière.

c) **S3 : 18 < S.A.R < 26**

Les eaux contenant une quantité de sel élevée, peuvent provoquer des difficultés dans la plupart des sols et ne peuvent être employées qu'avec des précautions spéciales.

d) **S4 : S.A.R > 26**

Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium, sont généralement impropres à l'irrigation, sauf si sa salinité est très faible et si on ajoute du gypse ou autre source de Ca soluble pour améliorer le bilan ionique.

Les résultats de calcul du SAR de l'eau du barrage de Zit Emba sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau II. 7:13 Valeurs de calcul du SAR de l'eau de simulation du Barrage de Zit Emba

	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Na ⁺		SAR
	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	
Crue	50	2,5	23	1,89	29	1,26	0,85
	68	3,4	14	1,15	13	0,57	0,37
	38	1,9	11	0,90	15	0,65	0,55
	24	1,2	17	1,40	17	0,74	0,65
Etiage	200	10	55	4,52	115	5,00	1,86
	178	8,9	50	4,11	93	4,04	1,59
	122	6,1	52	4,27	100	4,35	1,91
	160	8	53	4,36	95	4,13	1,66

Pour l'année 2015 on a :

Ca⁺⁺=95mg/l= 4.75 meq/l, Mg⁺⁺=93mg/l= 7.97 meq/l, Na⁺=115mg/l= 5 meq/l

$$S.A.R = \frac{[5]}{\sqrt{\frac{[4.75]+[7.97]}{2}}} = \mathbf{1.98 < 10.}$$

D'après les résultats du calcul du rapport d'absorption du sodium SAR de l'eau d'irrigation (1.98) et avec la valeur de la conductivité électrique qui est égale à CE = 0.1755 mmhos/cm. On pourra classer notre eau d'irrigation selon le diagramme de Riverside :

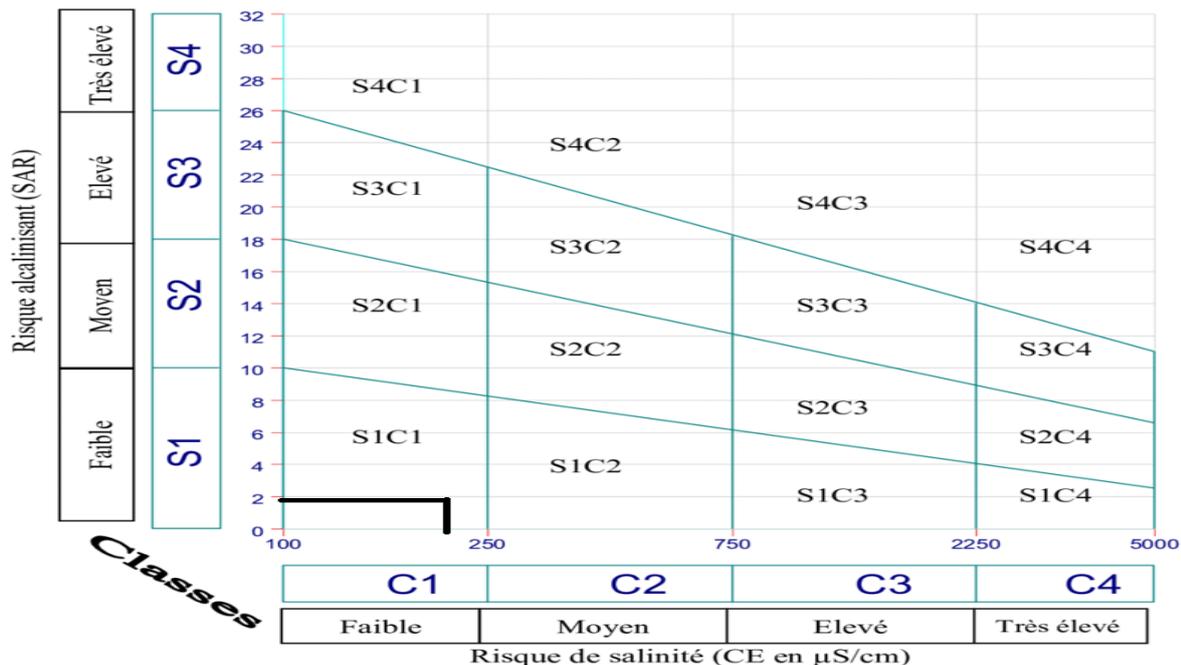


Figure II-1 : Diagramme de Riverside.

D'après le diagramme de Riverside : l'eau du barrage de Zit Emba est de classe **C1S1**, ce qui veut dire que l'irrigation avec cette eau est possible, sans aucune nuisance sur le sol ou les plantes, puisque l'alcalinité et le risque de salinité sont faibles, donc le lessivage n'est pas à effectuer pour notre périmètre.

II.2.5 PH de l'eau d'irrigation :

Le pH influence la forme et la disponibilité des éléments nutritifs dans l'eau d'irrigation puisque il conditionne la solubilité de la plupart des microéléments. Le pH de l'eau du barrage est de 7.5 avec une température ambiante.

II.3 Etude hydrologique :

L'étude hydrologique est nécessaire dans les projets d'irrigation, le but du présent volet est de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro hydro-agricole.

L'étude consiste à :

- ✓ Homogénéisation des séries pluviométrique.
- ✓ L'étude fréquentielle de la série pluviométrique par des lois statistiques.
- ✓ La détermination de l'année de calcul.

II.3.1 Choix de la station pluviométrique :

Les stations pluviométriques retenues pour l'estimation des précipitations dans le bassin versant, ont été sélectionnées sur la base de l'emplacement géographique de ces stations, et la période d'observation de ces dernières. L'agence nationale des ressources en eau (ANRH), gère plusieurs stations pluviométriques. Pour notre région nous avons choisi la station de Fermato codée (150610) par l'ANRH, dont les coordonnées sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau II. 8: Identification de la station pluviométrique.

Nom de la station	Code	Coordonnées en Lambert		Altitude (m)	Période d'observation	Nombre d'années observées
		X(Km)	Y(Km)			
AZZABA PEPINIERE	031106	892,3	391,35	91	1968/1981 1983/2009	41

Tableau II. 9 : Pluies moyennes mensuelles observées sur la station d'Azzaba (pépinière).

Années	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juil.	Août.	Annuelle
1968	2,6	5,4	46,2	130,1	105,5	48,8	54	17,5	7,2	2,7	0	5,7	425,7
1969	10,4	19,1	26	131,9	95	31,1	49	3,7	2	0	0	2	370,2

1970	0	106	1,8	53	78,8	77,4	105,4	44,6	22,7	3,6	0,4	0	493,7
1971	44,7	112,6	53,9	28,9	178,5	68,8	89,1	108,9	48,6	17,4	0,1	6,3	757,8
1972	38,6	67,9	2,4	138,3	211,6	119,5	142,4	23,2	0	28,9	0	3	775,8
1973	52,6	43,9	16,8	74,7	32,4	89,9	32,2	83,4	25,5	0	0,5	0	451,9
1974	39,6	90,6	102,6	45,1	22,4	75,9	82,9	2,6	74,8	1,6	0	19,4	557,5
1975	17,9	26	135,3	113,8	90,2	159,2	105,3	54,8	38,3	1,8	2,6	7,9	753,1
1976	45,2	207,1	193	9,1	57,2	10,1	5,6	40,3	45,9	16,8	0,4	3,3	634
1977	3,1	27,3	155,5	7,5	77,3	95,4	59,2	124	62,4	0	0	3,3	615
1978	1,9	49,1	84,9	60,1	29,3	174,6	75,1	184,8	12,4	15,5	1,1	1,2	690
1979	36,4	32,7	122,7	17,6	38	10,3	104	65,2	32,4	2,2	0	0,2	461,7
1980	32,2	40,1	75,5	108,1	67,4	65,2	21,4	16,9	12,4	11,5	0,3	2,2	453,2
1981	3,9	36,3	40,4	144,9	118,6	111,9	113,4	65,2	27,7	0	0,6	7,7	670,6

<i>Années</i>	<i>Sep.</i>	<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Déc.</i>	<i>Jan.</i>	<i>Fév.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Avr.</i>	<i>Mai.</i>	<i>Jui.</i>	<i>Juil.</i>	<i>Août.</i>	<i>Annuelle</i>
1983	23,3	24,3	213,1	64,2	174,7	226,8	35,2	38,1	16	5,7	0	0,4	821,8
1984	26,9	147,8	3,6	280,4	128,8	66,3	159,8	38,3	34,8	0	0	1,2	887,9
1985	44,7	14,9	40	35	146,6	56,8	90,3	33,5	1,3	7,4	1,3	0	471,8
1986	22,6	83,4	122,6	175,6	106,6	264,8	101,8	40,4	60,5	0	0	0	978,3
1987	26,9	38,7	85,7	24,3	75,7	76,3	65	7,8	18,8	29,3	0	0	448,5
1988	44,9	0	32,6	190,7	46,1	60,9	50	71,2	1,4	6,1	0,4	3,3	507,6
1989	9,9	74,6	52,9	53,1	143	0	30,8	49,3	26,1	27,9	0	26,2	493,8
1990	0	42,3	149	302,6	92,5	80,7	68,6	24,5	0	6,1	0,4	3,3	770
1991	44,1	139,9	43,9	1,3	87,6	73,1	62,6	156,3	19,6	8,4	1,3	0,3	638,4
1992	0	12,3	50,9	190,6	76,5	62,6	66,4	4,5	25,3	0	0	0	489,1
1993	19,2	61,1	14,6	117,3	94	105,3	65,3	52,4	26,6	0	0	0	555,8
1994	6,9	83,8	26,8	136,2	269,4	7,9	94,8	7,2	0	2,3	0	0,4	635,7
1996	37,3	6,1	13,6	96,4	64,8	25,7	18,7	19,8	0,3	0	4,9	6,7	294,3
1997	15,7	95,3	200,1	149,2	72,3	119,7	94	57,2	100,4	5,3	0	2,1	911,3

1998	41,1	26,6	172,2	85,4	115,4	60,7	61,4	40,7	0	5,8	0	0,4	609,7
1999	2,7	22,5	79,3	124,5	68,3	16,9	8,4	6	86,9	3,1	0	2,3	420,9
2000	0	47,6	27,3	84,6	170,2	101,4	17,4	44,6	11,9	0	0	0	505
2001	41,4	9,8	48,5	45,3	32,5	80,9	6,3	28,2	1,6	0	2,9	16,9	314,3
2002	7	26,4	197,8	168,8	190,5	131,7	26,3	76,8	10,6	0	0	3,3	839,2
2003	65,2	21,4	27,4	170,8	111,2	12,9	39,9	57	35,3	40,5	0	0	581,6
2004	51,4	11,4	231,4	234,1	98,3	197,7	59,8	84,3	0	1,3	0	5,9	975,6
2005	2,7	6	19,8	167,5	166,1	100,6	27,5	5,9	8,1	0	0	5,8	510
2006	11,1	74,2	22	157,5	95	38	199,4	20,7	2,7	3,5	1,7	0	625,8
2007	4,4	48,8	84,9	150,5	15,9	23	75,3	51,3	37,1	0	0	2,1	493,3
2008	64,7	8,3	75,5	82	44,7	55,4	65,7	42,3	12,6	1,3	0	3,4	455,9
2009	146	55,4	72,6	112,2	126,6	40,8	28,9	20,5	15,7	4,6	0	0	623,3
Moyenne	27,5	50,0	79,1	110,8	99,7	84,2	66,9	47,4	23,8	6,4	0,5	3,6	599,9

II.3.2 *Etude statistique des précipitations :*

II.3.2.1 *L'homogénéisation de la série pluviométrique :*

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au test de Wilcoxon ou test des rangs, ce test permet l'homogénéisation de la série sans qu'il fasse appel à une autre série pluviométrique homogène d'une station voisine étalé sur la même période d'observation.

Soient 2 variables aléatoires Y et X, représentant respectivement 2 séries de précipitations annuelles de taille N1 et N2.

Y étant la série à étudier et X étant la série de base avec $N2 > N1$.

Si l'échantillon Y est issu de la même population que l'échantillon X, l'échantillon nouveau YUX est également issu de la même population.

On classe les éléments de ce nouvel échantillon Y U X par ordre décroissant et on associe à chacune des valeurs le rang qu'elle occupe dans cette série.

On calcul les quantités W_y et W_x :

W_y : représente la somme des rangs des Y et c'est celle qui nous intéresse et est égale a :

$$W_y = \sum_{i=1}^n rang_i, W_x = \sum_{j=1}^{n-1} rang_j$$

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

Avec :
$$W_{\min} = \left(\frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} \right) - 1.96 \left(\frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{1/2} \dots(II. 2)$$

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

$UU1-\frac{\infty}{2}$: représente la valeur de la variable centrée réduite de Gauss correspondante à une probabilité de $1-\frac{\infty}{2}$.

Tableau II. 10: Teste de Wilcson de la série de la station d’Azzaba.

Rang	Série	X	Y	X U Y
1	425,7	425,7	493,8	978,3
2	370,2	370,2	770	975,6
3	493,7	493,7	638,4	911,3
4	757,8	757,8	489,1	887,9
5	775,8	775,8	555,8	839,2
6	451,9	451,9	635,7	821,8
7	557,5	557,5	625,3	775,8
8	753,1	753,1	294,3	770
9	634	634	911,3	757,8
10	615	615	609,7	753,1
11	690	690	420,9	690
12	461,7	461,7	505	670,6
13	453,2	453,2	314,3	638,4
14	670,6	670,6	839,2	635,7
15	821,8	821,8	581,6	634
16	887,9	887,9	975,6	625,8
17	471,8	471,8	510	625,3
18	978,3	978,3	625,8	623,3
19	448,5	448,5	493,3	615
20	507,6	507,6	455,9	609,7
21	493,8	-	623,3	581,6
22	770	-	-	557,5
23	638,4	-	-	555,8
24	489,1	-	-	510
25	555,8	-	-	507,6
26	635,7	-	-	505
27	625,3	-	-	493,8
28	294,3	-	-	493,7
29	911,3	-	-	493,3
30	609,7	-	-	489,1

31	420,9	-	-	471,8
32	505	-	-	461,7
33	314,3	-	-	455,9
34	839,2	-	-	453,2
35	581,6	-	-	451,9
36	975,6	-	-	448,5
37	510	-	-	425,7
38	625,8	-	-	420,9
39	493,3	-	-	370,2
40	455,9	-	-	314,3
41	623,3	-	-	294,3

Après avoir effectué les calculs on obtient : $W_x=426$; $W_{min}=344.4$; $W_{max}=495.7$

Donc : $344.4 < 426 < 498.7$, D'où: $W_{min} < W_y < W_{max}$

La condition de Mr Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station d'Azzaba code (031106) est homogène.

II.3.2.2 AJUSTEMENT STATISTIQUE DES PLUIES

Les séries pluviométriques peuvent être ajustées par de nombreuses lois statistiques, pour notre projet on utilise celles qui garantissent le meilleur ajustement possible.

Les Lois d'ajustement les plus utilisées sont les suivantes :

- Loi de Gauss ou loi normale.
- Loi de Gibrat-Galton ou loi log normale.

On utilise la loi normale pour les pluies moyennes annuelles et la loi log normale on l'utilise pour les pluies maximales. Et comme notre région se trouve dans le nord (climat subhumide).

➤ Ajustement des pluies annuelles a la loi de Gauss ou loi normale :

La méthode de Gauss consiste à :

- ✓ Classer les valeurs des précipitations annuelles par ordre croissant.
- ✓ Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- ✓ Classer les fréquences des valeurs observées par la formule :

$$F_{(x)} = \frac{n-0.5}{N}, \text{ Avec : } n : \text{ Numéro d'ordre et } N : \text{ nombre d'années observée}$$

- ✓ Calculer la moyenne arithmétique : $\bar{X} = \sum \frac{X_i}{n}$
- ✓ Calculer l'écart type : $\delta = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$ pour $n > 30$
- ✓ Calculer la variable réduite de Gauss : $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$
- ✓ Calculer le coefficient de variation : $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$
- ✓ Calculer les caractéristiques empiriques : $(\bar{X}, \delta, C_v, C_c)$.

L'équation de la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien :

$$X_{P\%} = \bar{X} + \delta * U_{P\%}$$

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

$U_{P\%}$: variable réduit de Gauss.

\bar{X} : Moyenne arithmétique.

δ : Écart type

Pour le calcul on a utilisé le logiciel HYFRAN :

Station pluviométrique de Azzaba					
Minimum		294.0			
Maximum		978.0			
Moyenne		599.4			
Ecart-type		172.3			
Médiane		581.0			
Coefficient de variation (Cv)				0.2874	
Coefficient d'asymétrie (Cs)				0.5407	
Coefficient d'aplatissement (Ck)				2.461	
Normale (Maximum de vraisemblance)					
Nombre d'observations: 41					
Paramètres		mu	599.390244		
		sigma	172.262427		
Quantiles $q = F(X)$ (probabilité au non-dépassement)					
$T = 1/(1-q)$					
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000.0	0.9999	1240	76.51	1090	1390
2000.0	0.9995	1166	68.85	1031	1301
1000.0	0.9990	1132	65.32	1004	1260
200.0	0.9950	1043	56.44	932.5	1154
100.0	0.9900	1000	52.27	897.7	1103
50.0	0.9800	953.2	47.84	859.5	1047
20.0	0.9500	882.8	41.57	801.3	964.3
10.0	0.9000	820.2	36.51	748.6	891.8
5.0	0.8000	744.3	31.41	682.8	805.9
3.0	0.6667	673.5	28.15	618.3	728.7
2.0	0.5000	599.4	26.90	546.6	652.1
1.4286	0.3000	509.1	28.73	452.8	565.5
1.2500	0.2000	454.4	31.41	392.9	516.0
1.1111	0.1000	378.6	36.51	307.0	450.2
1.0526	0.0500	316.0	41.57	234.5	397.5
1.0204	0.0200	245.5	47.84	151.7	339.3
1.0101	0.0100	198.6	52.27	96.11	301.0
1.0050	0.0050	155.6	56.44	44.95	266.2
1.0010	0.0010	67.01	65.32	-61.04	195.1
1.0005	0.0005	32.52	68.85	-102.5	167.5
1.0001	0.0001	-41.28	76.51	-191.3	108.7

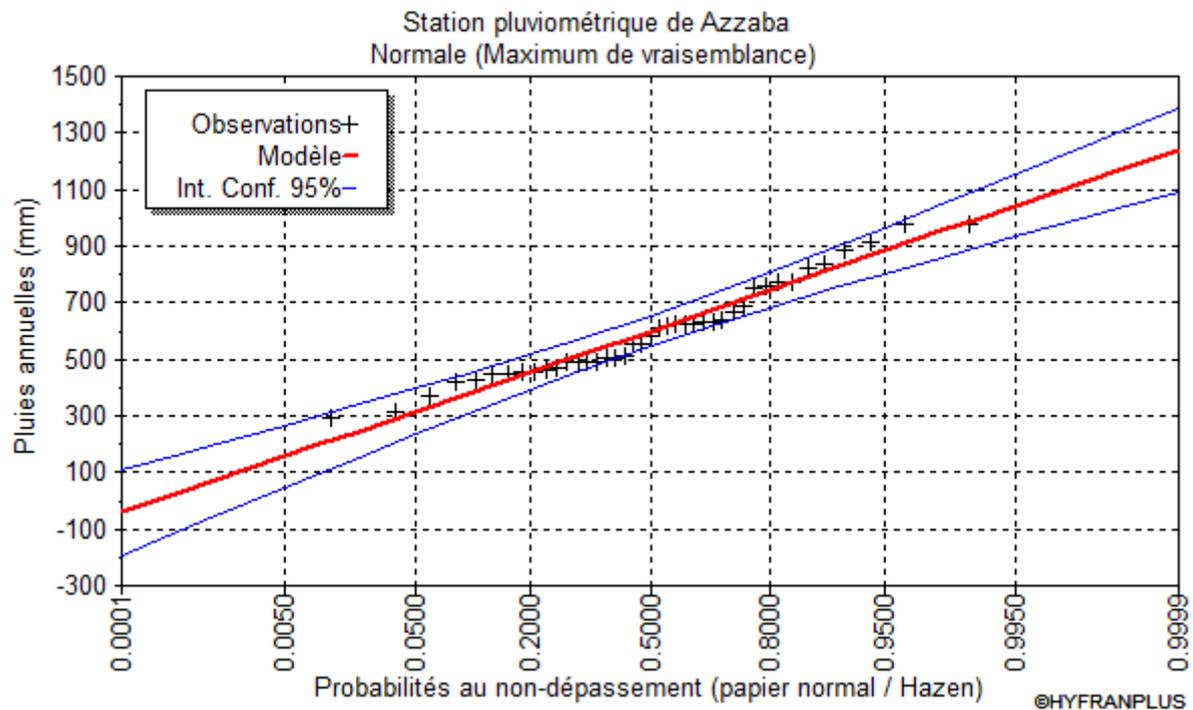


Figure II-2 : Représentation graphique de l'ajustement à la loi Gaussienne.

II.3.2.3 Test d'adéquation de la loi

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 :

$$v_i = N \int_{x_{i+1}}^x f(X) dX = N [F(X_i) - F(X_{i+1})] \quad \dots(II. 4)$$

$f(X)$: 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 :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i} \quad \dots(II. 5)$$

$$\lambda = K - 1 - P$$

Avec :

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

On calcule χ^2 , on calcule le nombre de degré de liberté $\gamma : \gamma = k-1-m$. On détermine χ^2 théorique sur la table de Pearson

Avec : χ^2 théorique = $g(\gamma, \alpha) = 11.07$.

La loi est adéquate pour une erreur $\alpha = 0.05$ si et seulement si : χ^2 calculé $< \chi^2$ théorique

Pour les calculs nous avons utilisé le logiciel HYFRAN.

Station pluviométrique de Azzaba

Test d'adéquation

Normale (Maximum de vraisemblance)

Hypothèses

H0 : L'échantillon provient d'une loi Normale

H1 : L'échantillon ne provient pas d'une loi Normale

Résultats $\chi^2 = 7.98$

p-value $p = 0.1576$

Degrés de liberté : 5

Nombre de classe : 8

Conclusion

Nous pouvons accepter H0 au niveau de signification de 5 %

Figure II-3 : Résultat du teste d'adéquation en Hyfran

D'après le test de Khi carré, on déduit que la loi normale est adéquate (χ^2 calculé $< \chi^2$ théorique).

II.3.2.4 Détermination de l'année de calcul :

Tableau II. 11: Quantiles de pluies de la station de Skikda (Loi normale)

T = 1/q	q = F(X) (probabilité au non-dépassement)				
P. Retour	Fréquence	Quantile	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10	0.90	821	36.5	749	892
5	0.80	745	31.4	683	806
2	0.50	600	26.9	547	653
1.25	0.2	455	31.4	393	517

Le but principal de la détermination de l'année de calcul, est de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante, c'est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%). Pour trouver la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80% on utilise la loi suivante:

$$P_{\text{moy annuelle 80\%}} = \frac{P_{\text{annuelle 80\%}}}{P_{\text{annuelle 50\%}}} \cdot P_{\text{moy-annuelle}} \dots (II. 6)$$

Avec :

$$P_{\text{annuelle 80\%}} = 454.4 \text{ mm}, P_{\text{annuelle 50\%}} = 599.4 \text{ mm}$$

Donc :

$$P_{\text{moy annuelle 80\%}} = \frac{454.4}{599.4} \cdot P_{\text{moy annuelle}} = 0.759 \cdot P_{\text{moy annuelle}}$$

Les résultats de calcul des pluies moyennes de 80% sont représentés dans le tableau ci-dessous

Tableau II. 12: Année hydrologique de calcul.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jull	Aou	Année
P_{moy} (mm)	27,5	50	79,1	110,8	99,7	84,2	66,9	47,4	23,8	6,4	0,5	3,6	599,4
P_{moy 80%} (mm)	20,87	37,95	60,03	84,09	75,67	63,90	50,77	35,97	18,06	4,85	0,37	2,73	455,4

II.4 Conclusion :

L'analyse approfondie du sol et l'analyse physico-chimique montrent que les sols calcimagnésiques sont les plus répondus dans le secteur, et qui présentent les caractéristiques suivantes :

- ✓ Texture limono-sableuse à argilo-sableuse.
- ✓ Une bonne stabilité structurale avec un bon drainage interne.
- ✓ Une bonne capacité de rétention.

L'analyse des aptitudes culturales, a révélé que les sols a de bonnes aptitudes culturales, et donc peut constituer une opportunité socio- économique pour la région.

La mobilisation des ressources en eau est une étape importante pour l'élaboration d'un projet hydro-agricole. Dans notre cas, le périmètre de **Zit-Emba** sera irrigué à partir du barrage de **Zit-Emba**, ce dernier représente une opportunité pour la région vue la rareté des ressources en eau. Les eaux de ce barrage ont un pH normal compatible pour l'irrigation, l'eau est de classe C1S1 aussi, elle contient une faible quantité de sodium avec une alcalinité moyenne et une salinité acceptable à utiliser pour l'irrigation d'où, on économise les eaux de lessivage, donc aucune contrainte n'y est présente.

L'étude hydrologique a permis de reconstituer l'année de pluie mensuelle de probabilité 80%, afin de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante, afin de satisfaire ses besoins.

III. Besoins en eau des cultures

Introduction :

Dans un premier temps, la détermination des besoins en eau d'une culture nécessite la connaissance de divers paramètres concernant, aussi bien la plante elle-même que les données climatiques ou pédologiques de la région. Le climat est l'un des facteurs qui influe le plus sur le volume d'eau que la culture perd par évapotranspiration. Les pratiques agronomiques, les techniques d'irrigation, les engrais, les infestations dues aux insectes et aux maladies peuvent aussi influencer le taux d'évapotranspiration. Déterminer les besoins en eau des cultures permet de connaître mieux le projet d'irrigation (conception), gestion des réseaux d'irrigation et la planification de l'utilisation des ressources hydrauliques

III.1 Besoins en eau du périmètre :

III.1.1 L'évapotranspiration :

L'émission de la vapeur d'eau ou évapotranspiration, résulte de deux phénomènes :

- ✓ **l'évaporation** : qui est un phénomène purement physique, au-dessus des surfaces d'eau libre et des sols dépourvus de végétation.
- ✓ **la transpiration** : des végétaux qui permet à la vapeur d'eau de s'échapper des plantes vers l'atmosphère au cours d'activité du couvert végétal.

En effet, la majorité de l'eau est évapotranspirée par la végétation. Elle englobe la perte en eau due au climat, les pertes provenant de l'évaporation du sol et de la transpiration des plantes. Cette grandeur physique est quantifiée via plusieurs formules empiriques soit en volume/surface/temps ($L^3/L^2/T$) ou en **mm/unité de temps**.

III.1.1.1 L'évapotranspiration de référence :

L'évapotranspiration de référence (ET₀) est définie comme l'ensemble des pertes maximale en eau d'un couvert du gazon couvrant complètement le sol, bien alimenté en eau, en phase active de croissance et situé au sein d'une parcelle suffisamment étendue.

L'évapotranspiration de référence ne dépend que d'une culture particulière qu'est le gazon, elle est estimée par des mesures directe météorologiques complexes comme :

- ✓ L'évapotranspiromètre (mesures directes).
- ✓ Les stations expérimentales.

Ou par les mesures indirectes qui utilisent des formules empiriques pour l'estimer en utilisant des formules empiriques en s'appuyant sur des variables climatiques. Il existe plusieurs formules de calcul dont les principales sont :

- ✓ -Formule de Penman ou Formule de Bilan d'énergie (1948).
- ✓ -Formule de Thornthwaite (1955).
- ✓ -Formule de Blaney-Criddle (1959).

- ✓ -Formule de Turc (1960).
- ✓ -Méthode de Doorenbos et Pruitt (1977) dans le cadre de la FAO.
- ✓ -Formule de Bouchet

Parmi ces méthodes, celle de PENMAN-MONTEITH est recommandée par la FAO comme modèle de référence du fait de sa performance et son exactitude et prend différentes paramètres en considération comme le rayonnement solaire, la chaleur, le vent et la pression.

Formule de PENMAN-MONTEITH :

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(Rn-G) + \gamma \frac{c_{ste}}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0.34u_2)} \dots (III. 1).$$

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**].

D : 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** version **8.0**, où nous avons introduit les données mensuelles de la station météorologique d'**Azzaba** :

- Température : Les températures minimales et maximales mensuelles en (°C).
- Humidité de l'air : l'humidité relative de l'air exprimée en pourcentage (%).
- Insolation journalière : donnée en heures d'insolation en (heures).
- Vitesse de vent : La vitesse du vent peut être introduite en (m/s).

Le **tableau III.1** suivant présente l'évapotranspiration de référence (ET₀), calculée à l'aide du logiciel CROPWAT.

Tableau III. 1: Calcul d'ET₀ avec CROPWAT 8.0.

Pays : Algérie		Station : Skikda					
Altitude : 2m.		Latitude : 36.50 °N		Longitude : 6.54°E			
Mois	Temps min °C	Temps max °C	Humidité %	Vent m/s	Insol heures	Radiation MJ/m ² .jour	ET ₀ -penman mm/mois
Janvier	9.0	16.8	67	3.60	6.1	9.6	68.91
Février	8.5	16.2	68	3.60	7.2	13.0	69.86
Mars	10.8	18.9	66	3.10	7.4	16.3	99.56
Avril	12.4	20.4	66	3.10	8.4	20.4	119.07
Mai	15.8	23.0	69	2.50	8.5	22.2	135.95
Juin	19.5	26.8	73	2.50	9.5	24.1	151.32
Juillet	22.0	28.8	71	2.60	9.6	23.9	167.45
Août	23.0	30.0	72	2.50	9.4	22.4	160.14
Septembre	20.4	27.5	74	2.70	8.3	18.4	122.33
Octobre	17.3	25.6	72	2.80	7.4	14.2	100.43
Novembre	13.0	20.6	75	3.50	6.1	10.2	67.90
Décembre	10.2	17.8	67	3.80	5.7	8.6	70.21
Moy.	15.2	22.7	70	3.0	7.8	17	111.09

Donc : ET₀ = 1182.84 mm/an = 98.57 mm/moi = 3.28 mm/jour.

III.1.1.2 Calcul d'évapotranspiration maximale ETM

L'évapotranspiration maximale (ETM) est la valeur maximale de l'évapotranspiration d'une culture donnée, à un stade végétatif, dans des conditions climatiques données, prise en compte par l'ETP (l'évapotranspiration potentielle est une valeur calculée par des formules mathématiques). C'est une correction de l'ETP en fonction du couvert végétal.

$$ETM = Kc \cdot ET_0 \dots(III. 2).$$

D'où 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 », F.A.O N°24.

III.1.2 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 avons :

$$P_{eff} = 0.8 \times P_{moy} \dots (III. 3).$$

Avec :

P_{moy} : Est la pluie moyenne mensuelle.

Dans le cas, où la pluie efficace est inférieure à 5mm, elle est remise à zéro.

Tableau III. 2: Pluie efficace du périmètre.

	Pluie mm	Pluie eff. mm
Janvier	75.7	60.6
Février	63.9	51.1
Mars	50.8	40.6
Avril	36.0	28.8
Mai	18.1	14.5
Juin	4.8	3.8
Juillet	0.4	0.3
Août	2.7	2.2
Septembre	20.9	16.7
Octobre	38.0	30.4
Novembre	60.0	48.0
Décembre	84.1	67.3
Total	455.4	364.3

III.1.3 Efficiences de l'irrigation:

L'efficacité d'irrigation est définie par le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans le réseau d'irrigation. La différence entre les deux volumes indique les pertes.

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

$$E_i = E_t \cdot E_d \cdot E_u \dots (III. 4).$$

Avec:

E_i : Efficacité d'irrigation en (%)

E_t : Efficacité de transport (%)

E_d : Efficacité de type de distribution en (%)

E_u : Efficacité de l'uniformité de la distribution.

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

III.2 Choix des cultures :

Les besoins en eau des cultures est la dose apportée à la plante dans des moments propices, afin de mettre celle-ci dans les meilleures conditions d'humidité requises et pour obtenir son rendement maximal.

III.2.1 *L'occupation des sols et le choix des cultures :*

L'objectif de la mise en irrigation est de transformer à moyen terme l'actuel système agricole en un système de polyculture, tout en réduisant les céréales et encourageant les cultures intensives (maraichères et arboriculture) et les cultures fourragères, afin d'augmenter le taux d'occupation du sol, et dynamiser la croissance économique du secteur agricole qui se traduira par une élévation du rendement et des revenus

Le choix des cultures à mettre en place doit concilier entre les critères suivant :

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

Pour notre secteur, on propose le scénario mentionné dans le **tableau III.3** :

Tableau III. 3: Occupation du sol par des cultes.

cultures		Aire (%)	Aire(ha)
Céréaliculture	Blé dur	23.62	106.3
	Orge en grains		
	Maïs grains		
Maraichage	Pomme de terre	67.02	67.02
	Fève		
	Fraise		
	Oignon vert		
	Ail		
	concombre		
	Carotte		
	Choux		
	Petit pois		
	Oignon sec		
	Tomate		
	Poivron/piment		
	Poivron jaune		
	Haricot		
	courgette		
Melon			
Tomate Cerise			
Arboriculture productive	Nectarinier	9.36	42.11
	Cerisier		
	Olivier		
Total		100%	450 ha

III.2.2 Assolement :

La pratique des assolements a pour but principal de maximiser les revenus et minimiser les risques de fluctuation de la fertilité de sol, d'une année à l'autre, elle permet l'association et la combinaison des grandes classes de cultures, à savoir : les maraîchages, arboriculture, céréaliculture, les cultures fourragères suivant la taille des exploitations, les moyens financiers, les capacités techniques et de la gestion des agriculteurs.

Tableau III. 4: Assolement proposé.

Assolement 1	Assolement 2
Orge en grains	Luzerne
Blé	Choux
Ail- Oignon vert	Fraise
Haricot	Brocoli
Fraise	Carotte
Oignon	Concombre
Pomme de terre	Tomate
Petit pois/ Fève	Ail
Carotte	Haricot
Choux	Poivron/ Piment
Melon	Oignon
Tomate	Melon
courgette	Pomme de terre
Poivron jaune	Tomate cerise
Concombre	Petit pois/ Fève
Arboriculture productive : Nectarinier Cerisier Olivier	Arboriculture productive : Nectarinier Cerisier Olivier

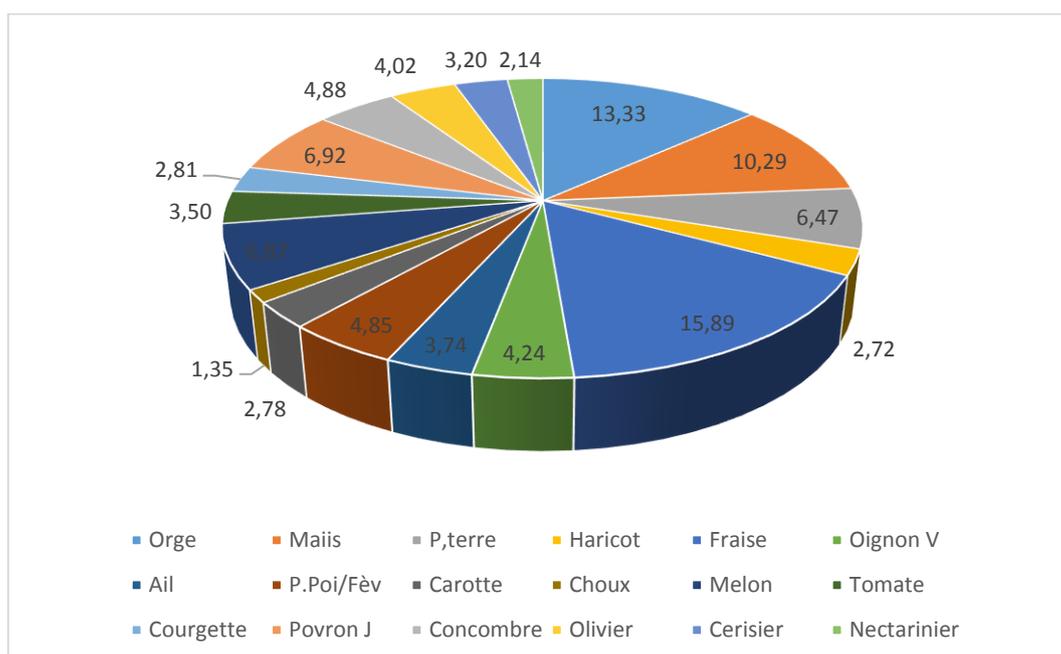
III.2.3 Occupation du sol par les cultures choisies :

Le tableau ci-après définit la surface occupée par chaque culture en hectare.

Tableau III. 5: Surface occupée par différentes cultures.

Cultures	Surface (ha)	Surface (%)
Orge	60	13,33
Blé	46,3	10,29
P,terre	29,12	6,47
Haricot	12,25	2,72
Fraise	71,52	15,89
Oignon V	19,08	4,24
Ail	16,83	3,74
P.Poi/Fèv	21,82	4,85
Carotte	12,5	2,78
Choux	6,06	1,35
Melon	30,93	6,87
Tomate	15,75	3,50
Courgette	12,63	2,81
Povron J	31,12	6,92
Concombre	21,98	4,88
Olivier	18,08	4,02
Cerisier	14,4	3,20
Nectarinier	9,63	2,14
Total	450,00	100,00

Figure III. 1 : Occupation du sol en %.



III.2.4 Calendrier d'occupation des sols :

La répartition d'occupation des sols, relative aux cycles culturels retenus pour le projet, est tracée dans le calendrier ci-dessous :

Tableau III. 6: Calendrier d'occupation des sols pour les cycles culturels.

Moi	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jull	Aou
Blé dur			←									
Orge en grains			←									
Maïs grains								←				
Pomme de terre		←										
Petit pois /Fève				←								
Fraise		←										
Oignon vert/ Ail		←										
Oignon sec					←							
concombre									←			
Carotte	←											
Brocoli							←					
Choux	←											
Tomate										←		
Poivron Jaune/ vert										←		
Haricot	←										←	
courgette	←										←	
Melon	←										←	
Tomate Cerise							←					
Nectarinier	←											
Cerisier	←											
Olivier	←											

III.2.5 Détermine les Besoins en eau des cultures :

Suivant le calendrier culturel, l'appréciation des besoins en eau des cultures par le logiciel *CROPWAT*, nécessite l'introduction de renseignements suivants :

- Durée en phase de croissance des plantes (en jour) : initiale, mi- saison, développement et récolte.
- Coefficients culturels (K_c) : pour chaque culture et pour chaque phase de croissance.
- Profondeur de d'enracinement(P) en (mètre) : pour les deux phases (initial, plein développement)
- Tarissement admissible(p) du sol, exprime en fraction d'humidités totales disponibles.
- Coefficients de réponse du rendement : pour estimer la production dues au stress hydrique, ce coefficient définie pour chaque phase de croissance.

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

$$B = ETP - (Pe_{ff} + RFU)...(III. 5).$$

B : besoin en eau d'irrigation (mm)

E.T.P : évapotranspiration (mm / jour)

RFU : réserve facilement utilisable

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Da \cdot Z \dots (III. 6).$$

Y : degré de tarissement (2/3).

Da : densité apparente (1.35)

Z : profondeur d'enracinement mm (selon la culture).

H_{cc} : humidité à la capacité au champ (27%).

H_{pf} : humidité au point de flétrissement (15%).

Pe_{ff} : pluie efficace (80% de la pluie moyenne).

Pour le calcul des besoins en eau des cultures, nous avons émis l'hypothèse qui suit

◆ L'irrigation est fait lorsque $B > 0$ (bilan hydrique) d'après la formule (III. 5).

◆ La texture du sol étant medium

◆ la valeur de la réserve utile étant variable selon la profondeur d'enracinement de la plante. Il est calculé par logiciel *CROPWAT*.

◆ Taux d'infiltration maximum de l'eau de 40 mm/ jour (sol texture moyenne)

III.2.5.1 Premier assolement :

Tableau III. 7 Calcul des besoins en eau de l'orge grain.

Mois	P moy (mm)	Pe _{ff} (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	20,90	16,72	122,33	-	-	-	-	-	-
Octobre	38,00	30,40	100,43	-	-	-	-	-	-
Novembre	60,12	48,09	67,90	0,30	29,70	9,90	0,40	27,16	-
Décembre	84,21	67,37	70,21	0,50	49,50	49,50	0,70	49,15	-
Janvier	75,77	60,62	68,91	0,50	49,50	49,50	0,85	58,57	-
Février	63,99	51,19	69,86	0,60	59,40	59,40	0,95	66,37	-
Mars	50,84	40,68	99,56	0,60	59,40	59,40	0,90	89,60	-
Avril	36,10	28,88	119,07	0,60	59,40	19,80	0,90	107,16	58,48
Mai	18,09	14,47	135,95	0,60	59,40	-	0,80	108,76	94,29
Juin	4,86	3,89	151,32	0,60	59,40	-	0,45	68,09	64,20
Juillet	0,38	0,30	167,45	-	-	-	-	-	-
Août	2,74	2,19	160,14	-	-	-	-	-	-

Tableau III. 8 : Calcul des besoin du blé.

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_TH EO	RFU_REE L	KC	ETM	B (mm)
Septembre	20,90	16,72	122,33	-	-	-	-	-	-
Octobre	38,00	30,40	100,43	-	-	-	-	-	-
Novembre	60,12	48,09	67,90	0,30	29,70	9,90	0,40	27,16	-
Décembre	84,21	67,37	70,21	0,50	49,50	49,50	0,70	49,15	-
Janvier	75,77	60,62	68,91	0,50	49,50	49,50	0,85	58,57	-
Février	63,99	51,19	69,86	0,60	59,40	59,40	0,95	66,37	-
Mars	50,84	40,68	99,56	0,60	59,40	59,40	1,05	104,54	4,4
Avril	36,10	28,88	119,07	0,60	59,40	19,80	1,00	119,07	70,39
Mai	18,09	14,47	135,95	0,60	59,40	-	0,80	108,76	94,29
Juin	4,86	3,89	151,32	0,60	59,40	-	0,45	68,09	64,20
Juillet	0,38	0,30	167,45	-	-	-	-	-	-
Août	2,74	2,19	160,14	-	-	-	-	-	-

Tableau III. 9: Calcul des besoins de la pomme de terre.

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	20,90	16,72	122,33	-	-	-	-	-	-
Octobre	38,00	30,40	100,43	-	-	-	-	-	-
Novembre	60,12	48,09	67,90	-	-	-	-	-	-
Décembre	84,21	67,37	70,21	-	-	-	-	-	-
Janvier	75,77	60,62	68,91	-	-	-	-	-	-
Février	63,99	51,19	69,86	0,30	29,70	29,70	0,45	31,44	-
Mars	50,84	40,68	99,56	0,60	59,40	59,40	0,80	79,65	-
Avril	36,10	28,88	119,07	0,60	59,40	19,80	1,05	125,02	76,34
Mai	18,09	14,47	135,95	0,60	59,40	-	0,70	95,17	80,69
Juin	4,86	3,89	151,32	-	-	-	-	-	-
Juillet	0,38	0,30	167,45	-	-	-	-	-	-
Août	2,74	2,19	160,14	-	-	-	-	-	-

Tableau III. 10: Calcul des besoins des fèves/ petits pois.

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	20,90	16,72	122,33	-	-	-	-	-	-
Octobre	38,00	30,40	100,43	-	-	-	-	-	-
Novembre	60,12	48,09	67,90	-	-	-	-	-	-
Décembre	84,21	67,37	70,21	0,40	39,60	39,60	0,50	35,11	-
Janvier	75,77	60,62	68,91	0,70	69,30	69,30	0,80	55,13	-
Février	63,99	51,19	69,86	0,70	69,30	69,30	1,00	69,86	-
Mars	50,84	40,68	99,56	0,70	69,30	69,30	0,95	94,58	-
Avril	36,10	28,88	119,07	0,70	69,30	-	0,50	59,54	30,66
Mai	18,09	14,47	135,95	-	-	-	-	-	-
Juin	4,86	3,89	151,32	-	-	-	-	-	-
Juillet	0,38	0,30	167,45	-	-	-	-	-	-
Août	2,74	2,19	160,14	-	-	-	-	-	-

Tableau III. 11: Calcul des besoins de la fraise.

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	20,90	16,72	122,33	-	-	-	-	-	-
Octobre	38,00	30,40	100,43	-	-	-	-	-	-
Novembre	60,12	48,09	67,90	-	-	-	-	-	-
Décembre	84,21	67,37	70,21	-	-	-	-	-	-
Janvier	75,77	60,62	68,91	-	-	-	-	-	-
Février	63,99	51,19	69,86	0,30	29,70	29,70	0,45	31,44	-
Mars	50,84	40,68	99,56	0,60	59,40	59,40	0,80	79,65	-
Avril	36,10	28,88	119,07	0,60	59,40	19,80	1,05	125,02	76,34
Mai	18,09	14,47	135,95	0,60	59,40	-	0,70	95,17	80,69
Juin	4,86	3,89	151,32	-	-	-	-	-	-
Juillet	0,38	0,30	167,45	-	-	-	-	-	-
Août	2,74	2,19	160,14	-	-	-	-	-	-

Tableau III. 12: Calcul des besoins de l'ail/ oignon.

Mois	P moy(mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_T HEO	RFU_REE L	KC	ETM	B (mm)
Septembre	20,90	16,72	122,33	-	-	-	-	-	-
Octobre	38,00	30,40	100,43	0,40	19,80	6,60	0,50	50,22	13,22
Novembre	60,12	48,09	67,90	0,40	19,80	6,60	0,75	50,93	-
Décembre	84,21	67,37	70,21	0,40	19,80	19,80	0,95	66,70	-
Janvier	75,77	60,62	68,91	0,40	19,80	19,80	0,95	65,46	-
Février	63,99	51,19	69,86	0,40	19,80	19,80	0,75	52,40	-
Mars	50,84	40,68	99,56	-	-	-	-	-	-
Avril	36,10	28,88	119,07	-	-	-	-	-	-
Mai	18,09	14,47	135,95	-	-	-	-	-	-
Juin	4,86	3,89	151,32	-	-	-	-	-	-
Juillet	0,38	0,30	167,45	-	-	-	-	-	-
Août	2,74	2,19	160,14	-	-	-	-	-	-

Tableau III. 13: Calcul des besoins du concombre.

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	20,90	16,72	122,33	-	-	-	0,85	103,98	87,26
Octobre	38,00	30,40	100,43	-	-	-	-	-	-
Novembre	60,12	48,09	67,90	-	-	-	-	-	-
Décembre	84,21	67,37	70,21	-	-	-	-	-	-
Janvier	75,77	60,62	68,91	-	-	-	-	-	-
Février	63,99	51,19	69,86	-	-	-	-	-	-
Mars	50,84	40,68	99,56	-	-	-	-	-	-
Avril	36,10	28,88	119,07	-	-	-	-	-	-
Mai	18,09	14,47	135,95	0,40	39,60	-	-	-	-
Juin	4,86	3,89	151,32	0,45	44,55	-	0,50	75,66	71,77
Juillet	0,38	0,30	167,45	0,50	49,50	-	0,75	125,59	125,28
Août	2,74	2,19	160,14	0,60	59,40	-	0,85	136,12	133,93

Tableau III. 14: Calcul des besoins de la carotte.

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	20,90	16,72	122,33	0,30	29,70	-	0,40	48,93	32,21
Octobre	38,00	30,40	100,43	0,40	39,60	13,20	0,70	70,30	26,70
Novembre	60,12	48,09	67,90	0,50	49,50	16,50	0,90	61,11	-
Décembre	84,21	67,37	70,21	0,70	69,30	69,30	0,70	49,15	-
Janvier	75,77	60,62	68,91	-	-	-	-	-	-
Février	63,99	51,19	69,86	-	-	-	-	-	-
Mars	50,84	40,68	99,56	-	-	-	-	-	-
Avril	36,10	28,88	119,07	-	-	-	-	-	-
Mai	18,09	14,47	135,95	-	-	-	-	-	-
Juin	4,86	3,89	151,32	-	-	-	-	-	-
Juillet	0,38	0,30	167,45	-	-	-	-	-	-
Août	2,74	2,19	160,14	-	-	-	-	-	-

Tableau III. 15: Calcul des besoins du chou(vert/ rouge).

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	20,90	16,72	122,33	0,30	29,70	-	0,50	61,17	44,45
Octobre	38,00	30,40	100,43	0,40	39,60	13,20	0,70	70,30	26,70
Novembre	60,12	48,09	67,90	0,50	49,50	16,50	0,95	64,51	-
Décembre	84,21	67,37	70,21	0,60	59,40	59,40	0,80	56,17	-
Janvier	75,77	60,62	68,91	-	-	-	-	-	-
Février	63,99	51,19	69,86	-	-	-	-	-	-
Mars	50,84	40,68	99,56	-	-	-	-	-	-
Avril	36,10	28,88	119,07	-	-	-	-	-	-
Mai	18,09	14,47	135,95	-	-	-	-	-	-
Juin	4,86	3,89	151,32	-	-	-	-	-	-
Juillet	0,38	0,30	167,45	-	-	-	-	-	-
Août	2,74	2,19	160,14	-	-	-	-	-	-

Tableau III. 16: Calcul des besoins du melon.

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	20,90	16,72	122,33	-	-	-	0,85	103,98	87,26
Octobre	38,00	30,40	100,43	-	-	-	-	-	-
Novembre	60,12	48,09	67,90	-	-	-	-	-	-
Décembre	84,21	67,37	70,21	-	-	-	-	-	-
Janvier	75,77	60,62	68,91	-	-	-	-	-	-
Février	63,99	51,19	69,86	-	-	-	-	-	-
Mars	50,84	40,68	99,56	-	-	-	-	-	-
Avril	36,10	28,88	119,07	-	-	-	-	-	-
Mai	18,09	14,47	135,95	0,40	39,60	-	-	-	-
Juin	4,86	3,89	151,32	0,45	44,55	-	0,50	75,66	71,77
Juillet	0,38	0,30	167,45	0,50	49,50	-	0,75	125,59	125,28
Août	2,74	2,19	160,14	0,60	59,40	-	0,85	136,12	133,93

Tableau III. 17: Calcul des besoins de la tomate.

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	20,90	16,72	122,33	0,90	89,10	-	0,90	110,10	93,38
Octobre	38,00	30,40	100,43	1,20	118,80	39,60	1,15	115,49	45,49
Novembre	60,12	48,09	67,90	1,20	118,80	39,60	0,80	54,32	-
Décembre	84,21	67,37	70,21	-	-	-	-	-	-
Janvier	75,77	60,62	68,91	-	-	-	-	-	-
Février	63,99	51,19	69,86	-	-	-	-	-	-
Mars	50,84	40,68	99,56	-	-	-	-	-	-
Avril	36,10	28,88	119,07	-	-	-	-	-	-
Mai	18,09	14,47	135,95	-	-	-	-	-	-
Juin	4,86	3,89	151,32	-	-	-	-	-	-
Juillet	0,38	0,30	167,45	-	-	-	-	-	-
Août	2,74	2,19	160,14	0,70	97,53	-	0,45	72,06	69,87

Tableau III. 18: Calcul des besoins de la courgette.

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	20,90	16,72	122,33	-	-	-	0,85	103,98	87,26
Octobre	38,00	30,40	100,43	-	-	-	-	-	-
Novembre	60,12	48,09	67,90	-	-	-	-	-	-
Décembre	84,21	67,37	70,21	-	-	-	-	-	-
Janvier	75,77	60,62	68,91	-	-	-	-	-	-
Février	63,99	51,19	69,86	-	-	-	-	-	-
Mars	50,84	40,68	99,56	-	-	-	-	-	-
Avril	36,10	28,88	119,07	-	-	-	-	-	-
Mai	18,09	14,47	135,95	0,40	39,60	-	-	-	-
Juin	4,86	3,89	151,32	0,45	44,55	-	0,50	75,66	71,77
Juillet	0,38	0,30	167,45	0,50	49,50	-	0,75	125,59	125,28
Août	2,74	2,19	160,14	0,60	59,40	-	0,85	136,12	133,93

Tableau III. 19 : Calcul des besoins du poivron jaune.

Mois	P moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REE L	KC	ETM	B(mm)
Septembre	20,90	16,72	122,33	-	-	-	-	-	-
Octobre	38,00	30,40	100,43	-	-	-	-	-	-
Novembre	60,12	48,09	67,90	-	-	-	-	-	-
Décembre	84,21	67,37	70,21	-	-	-	-	-	-
Janvier	75,77	60,62	68,91	-	-	-	-	-	-
Février	63,99	51,19	69,86	-	-	-	-	-	-
Mars	50,84	40,68	99,56	0,40	39,60	39,60	0,40	39,82	-
Avril	36,10	28,88	119,07	0,50	49,50	16,50	0,90	107,16	61,78
Mai	18,09	14,47	135,95	0,7	69,30	-	1,05	142,75	128,28
Juin	4,86	3,89	151,32	0,70	69,30	-	-	-	-
Juillet	0,38	0,30	167,45	-	-	-	-	-	-
Août	2,74	2,19	160,14	-	-	-	-	-	-

Tableau III. 20: Calcul des besoins de l'olivier.

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	20,90	16,72	122,33	1,50	148,50	-	0,85	103,98	87,26
Octobre	38,00	30,40	100,43	1,50	148,50	74,25	0,85	85,37	-
Novembre	60,12	48,09	67,90	1,50	148,50	74,25	0,75	50,93	-
Décembre	84,21	67,37	70,21	1,50	148,50	148,50	0,65	45,64	-
Janvier	75,77	60,62	68,91	1,50	148,50	148,50	0,65	44,79	-
Février	63,99	51,19	69,86	1,50	148,50	148,50	0,65	45,41	-
Mars	50,84	40,68	99,56	1,50	148,50	148,50	0,65	64,71	-
Avril	36,10	28,88	119,07	1,50	148,50	74,25	0,65	77,40	-
Mai	18,09	14,47	135,95	1,50	148,50	-	0,65	88,37	73,90
Juin	4,86	3,89	151,32	1,50	148,50	-	0,80	121,06	117,16
Juillet	0,38	0,30	167,45	1,50	148,50	-	0,85	142,33	141,97
Août	2,74	2,19	160,14	1,50	148,50	-	0,85	136,12	133,93

Tableau III. 21: Calcul des besoins de cerisier.

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	20,90	16,72	122,33	1,50	14,85	-	0,55	67,28	50,56
Octobre	38,00	30,40	100,43	1,50	14,85	7,43	0,55	55,24	-
Novembre	60,12	48,09	67,90	1,50	14,85	7,43	0,55	37,35	-
Décembre	84,21	67,37	70,21	1,50	14,85	14,85	0,75	52,66	-
Janvier	75,77	60,62	68,91	1,50	14,85	14,85	0,75	51,68	-
Février	63,99	51,19	69,86	1,50	14,85	14,85	0,75	52,40	-
Mars	50,84	40,68	99,56	1,50	14,85	14,85	0,75	74,67	-
Avril	36,10	28,88	119,07	1,50	14,85	7,43	0,55	65,49	-
Mai	18,09	14,47	135,95	1,50	14,85	-	0,55	74,77	60,30
Juin	4,86	3,89	151,32	1,50	14,85	-	0,55	83,23	79,33
Juillet	0,38	0,30	167,45	1,50	14,85	-	0,55	92,10	91,79
Août	2,74	2,19	160,14	1,50	14,85	-	0,55	88,08	85,89

III.2.5.2 Deuxième assolement :**Tableau III. 22: Calcul des besoin du blé.**

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_TH EO	RFU_REE L	KC	ETM	B (mm)
Septembre	20,90	16,72	122,33	-	-	-	-	-	-
Octobre	38,00	30,40	100,43	-	-	-	-	-	-
Novembre	60,12	48,09	67,90	0,30	29,70	9,90	0,40	27,16	-
Décembre	84,21	67,37	70,21	0,50	49,50	49,50	0,70	49,15	-
Janvier	75,77	60,62	68,91	0,50	49,50	49,50	0,85	58,57	-
Février	63,99	51,19	69,86	0,60	59,40	59,40	0,95	66,37	-
Mars	50,84	40,68	99,56	0,60	59,40	59,40	1,05	104,54	4,4
Avril	36,10	28,88	119,07	0,60	59,40	19,80	1,00	119,07	70,39
Mai	18,09	14,47	135,95	0,60	59,40	-	0,80	108,76	94,29
Juin	4,86	3,89	151,32	0,60	59,40	-	0,45	68,09	64,20
Juillet	0,38	0,30	167,45	-	-	-	-	-	-
Août	2,74	2,19	160,14	-	-	-	-	-	-

Tableau III. 23: Calcul des besoin de l'haricot.

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_TH EO	RFU_RE EL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	20,90	16,72	122,33	0,70	69,30	-	0,90	110,10	93,38
Octobre	38,00	30,40	100,43	0,70	69,30	23,10	0,85	85,37	31,87
Novembre	60,12	48,09	67,90	-	-	-	-	-	-
Décembre	84,21	67,37	70,21	-	-	-	-	-	-
Janvier	75,77	60,62	68,91	-	-	-	-	-	-
Février	63,99	51,19	69,86	-	-	-	-	-	-
Mars	50,84	40,68	99,56	-	-	-	-	-	-
Avril	36,10	28,88	119,07	-	-	-	-	-	-
Mai	18,09	14,47	135,95	-	-	-	-	-	-
Juin	4,86	3,89	151,32	0,50	49,50	-	0,50	75,66	71,77
Juillet	0,38	0,30	167,45	0,50	49,50	-	0,65	108,84	108,54
Août	2,74	2,19	160,14	0,70	69,30	-	1,00	160,14	157,95

Tableau III. 24: Calcul des besoins du brocoli.

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	20,90	16,72	122,33	-	-	-	-	-	-
Octobre	38,00	30,40	100,43	-	-	-	-	-	-
Novembre	60,12	48,09	67,90	-	-	-	-	-	-
Décembre	84,21	67,37	70,21	-	-	-	-	-	-
Janvier	75,77	60,62	68,91	-	-	-	-	-	-
Février	63,99	51,19	69,86	-	-	-	-	-	-
Mars	50,84	40,68	99,56	0,30	29,70	-	0,50	61,17	44,45
Avril	36,10	28,88	119,07	0,40	39,60	13,20	0,70	70,30	26,70
Mai	18,09	14,47	135,95	0,50	49,50	16,50	0,95	64,51	-
Juin	4,86	3,89	151,32	0,60	59,40	59,40	0,80	56,17	-
Juillet	0,38	0,30	167,45	-	-	-	-	-	-
Août	2,74	2,19	160,14	-	-	-	-	-	-

Tableau III. 25: Calcul des besoin de la tomate cerise.

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	20,90	16,72	122,33	-	-	-	-	-	-
Octobre	38,00	30,40	100,43	-	-	-	-	-	-
Novembre	60,12	48,09	67,90	-	-	-	-	-	-
Décembre	84,21	67,37	70,21	-	-	-	-	-	-
Janvier	75,77	60,62	68,91	-	-	-	-	-	-
Février	63,99	51,19	69,86	-	-	-	-	-	-
Mars	50,84	40,68	99,56	0,90	89,10	-	0,90	110,10	93,38
Avril	36,10	28,88	119,07	1,20	118,80	39,60	1,15	115,49	45,49
Mai	18,09	14,47	135,95	1,20	118,80	39,60	0,80	54,32	-
Juin	4,86	3,89	151,32	0,70	97,53	-	0,45	72,06	69,87
Juillet	0,38	0,30	167,45	-	-	-	-	-	-
Août	2,74	2,19	160,14	-	-	-	-	-	-

III.2.6 Calcul des besoins totaux :III.2.6.1 Assolement I :

Tableau III. 26 Besoins en eau du périmètre (A1).

Mois	Orge	Maiis	Pomme terre	Haricot	Fraise	Oignon	Ail	P.Poi-Fèv	Carotte	Choux	Melon	Tomate-cerise	Courgette	Poivron Jaune	Concombre	Olivier	Cerisier	Nectarinier	Besoin max	Total
S	-	-	-	93,38	-	-	-	-	32,21	44,45	87,26	93,38	87,26	-	87,26	87,26	50,56	50,56	93,38	713,58
O	-	-	-	31,87	-	13,22	13,22	-	26,7	26,7	-	45,49	-	-	-	-	-	-	45,49	157,2
N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
M	-	4,4	76,34	-	76,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76,34	157,08
A	58,48	70,39	80,69	-	80,69	-	-	30,66	-	-	-	-	-	61,78	-	-	-	-	80,69	382,69
M	94,29	94,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	128,28	-	73,9	60,3	60,3	128,28	511,36
J	64,2	64,2	-	71,77	-	-	-	-	-	-	71,77	-	71,77	-	71,77	117,16	79,33	79,33	117,16	691,3
Jl	-	-	-	108,54	-	-	-	-	-	-	125,28	-	125,28	-	125,28	141,97	91,79	91,79	141,97	809,93
A	-	-	-	157,95	-	-	-	-	-	-	133,93	69,87	133,93	-	133,93	133,93	85,89	85,89	157,95	935,32
																				4358,46

III.2.6.2 Assolement II :**Tableau III. 27 : Besoins en eau du périmètre (A2).**

Mois	Maïs	Orge	Fraise	Brocoli	Choux	Pomme terre	Oignon Sec	Carotte	Ail	Haricot	Concombre	P.Poi-Fèv	Melon	Tomate	Poivron-Piment	Olivier	Cerisier	Nectarinier	Besoin max	Total
S	-	-	-	44,45	44,45	-	-	32,21	-	93,38	87,26	-	87,26	93,38	-	87,26	50,56	50,56	93,38	670,77
O	-	-	-	26,7	26,7	-	13,22	26,7	13,22	31,87	-	-	-	45,49	-	-	-	-	45,49	183,9
N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
M	4,4	-	76,34	-	-	76,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76,34	157,08
A	70,39	58,48	80,69	-	-	80,69	-	-	-	-	-	30,66	-	-	61,78	-	-	-	80,69	382,69
M	94,29	94,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	128,28	73,9	60,3	60,3	128,28	511,36
J	64,2	64,2	-	-	-	-	-	-	-	71,77	71,77	-	71,77	-	-	117,16	79,33	79,33	117,16	619,53
Jl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	108,54	125,28	-	125,28	-	-	141,97	91,79	91,79	141,97	684,65
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	157,95	133,93	-	133,93	69,87	-	133,93	85,89	85,89	157,95	801,39
																				4011,37

III.2.7 Evaluation des débits :

III.2.7.1 Débits spécifiques :

Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture évaluée au préalable à partir de la répartition culturale. La dose d'arrosage de la consommation de pointe est donnée sous forme de débit permanent fourni à 22 heures sur 24 afin d'assurer les besoins de la consommation mensuelle.

$$q_s = \frac{B_{net} * 10 * 1000}{N_j * N_i * 3600 * E_i} \text{ l/s/ha ... (III. 7).}$$

B_{net} : besoin net du mois de pointe en mm/mois.

N_i : nombre des heures d'irrigation=22h

N_j : nombre de jours du mois de pointe =31 jours

E_i : Efficience d'irrigation=75%

On calcule les besoins en eau pour l'assolement le plus exigeant (Assolement 1) 4358.46mm. D'où les besoins de pointe correspondent au mois d'Aout.

$$B_{net} = 935.32 \text{ mm/mois.}$$

$$q_s = 5.07 \text{ l/s/ha} > 1.5 \text{ l/s/ha}$$

Et comme le débit spécifique obtenu est supérieur à 1.5. Donc on prend le débit spécifique de la culture la plus exigeante pour le mois de pointe (Aout) qui est : l'haricot avec un besoin de **157.95mm/mois.**

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

$$q_s = 0.8577 \text{ l/s/ha} \approx 0.86 \text{ l/s/ha.}$$

III.2.7.2 III.4.2. Évaluation du débit caractéristique

Le calcul du débit caractéristique permet de définir le débit maximum que le système de desserte aura à fournir pour l'irrigation de chaque parcelle, déterminé en multipliant le débit de pointe par la surface agricole utile, voir la formule suivante :

$$Q_{car} = q_s \cdot S.$$

q_s : débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha), 0.86l/s/ha.

S : la superficie nette à irriguer = 450. ha

$$Q_{car} = q_s \cdot S = 0.86 * 450 = 387 \text{ l/s.}$$

III.2.7.3 III.4.3 Estimation des volumes d'eau d'irrigation

La connaissance des volumes totaux d'irrigation est indispensable, elle permet de prévoir les volumes d'eau stockés dans la retenue et d'effectuer un meilleur calendrier d'arrosage. Étant donné que nous avons pris en considération un assolement biennal, nous avons calculé les besoins en eau pour l'assolement le plus exigeant.

Tableau III. 28 : Récapitulation des besoins en eau du périmètre.

Cultures	Besoin net (mm)	Besoin net (m3)	Efficiencie	Besoin brut (m3/ha)	Surface (ha)	Besoin brut (m3)
Orge	216,97	2169,7	0,75	1627,275	60	97636,5
Mais	233,28	2332,8	0,75	1749,6	46,3	81006,48
P,terre	157,03	1570,3	0,75	1177,725	29,12	34295,35
Haricot	463,51	4635,1	0,75	3476,325	12,25	42584,98
Fraise	157,03	1570,3	0,75	1177,725	71,52	84230,89
Oignon V	13,22	132,2	0,75	99,15	19,08	1891,782
Ail	13,22	132,2	0,75	99,15	16,83	1668,695
P.Poi/Fèv	30,66	306,6	0,75	229,95	21,82	5017,509
Carotte	58,91	589,1	0,75	441,825	12,5	5522,813
Choux	71,15	711,5	0,75	533,625	6,06	3233,768
Melon	418,24	4182,4	0,75	3136,8	30,93	97021,22
Tomate	208,74	2087,4	0,75	1565,55	15,75	24657,41
Courgette	418,24	4182,4	0,75	3136,8	12,63	39617,78
Povron J	190,06	1900,6	0,75	1425,45	31,12	44360
Concombre	418,24	4182,4	0,75	3136,8	21,98	68946,86
Olivier	554,22	5542,2	0,75	4156,65	18,08	75152,23
Cerisier	367,87	3678,7	0,75	2759,025	14,4	39729,96
Nectarinier	367,87	3678,7	0,75	2759,025	9,63	26565,43
Total					450,00	773139,7

III.3 Conclusion :

L'irrigation de notre périmètre demeure possible ; après avoir déterminé les besoins en eau des cultures, on a évalué le débit spécifique en tenant compte de la culture la plus exigeante (le haricot) pendant le mois de pointe (Aout).

Les besoins de notre périmètre sont estimés à 773139.7m³. Ce volume peut être assurée par les apport du barrage **Zit-Emba**, dont un volume de 22.20 Mm³ pour irriguer la zone nord, et les 20.80 Mm³ qui seront utilisés pour irriguer la zone Sud.

IV. Etude du système d'adduction :

Introduction :

L'alimentation en eau de notre secteur repose sur le transfert d'eau à partir du barrage jusqu'à la parcelle en tenant compte les pressions et les vitesses en tout point d'un côté, et assurant les besoins des cultes d'un autre. C'est pourquoi on prend chaque point on soin accentué dans ce présent chapitre.

IV.1 Organisation du périmètre :

L'organisation de notre périmètre repose sur une division en 25 ilots, et chaque ilot est divisé de trois à six parcelles.

Le terme « îlot d'irrigation » décrit l'unité hydro agricole alimentée par une seule borne d'irrigation. Dans le cas d'un réseau de distribution au niveau du périmètre, la borne représente le point limite du réseau où l'administration du réseau intervienne directement dans la gestion de l'eau. En aval de la borne, la gestion de l'eau est à la charge de l'exploitant, ou d'un groupe d'exploitants.

La taille maximum de l'îlot est déterminée en tenant compte des facteurs suivants :

- le débit d'équipement de la borne
- la superficie des unités foncières existantes
- la distance maximale entre la borne et la parcelle

La borne d'irrigation est un appareil fonctionnant à la demande, qui assure l'ouverture ou la fermeture de l'alimentation en eau, le réglage du débit, la régulation de la pression aval et le comptage du volume d'eau utilisé. Il est prévu que les bornes d'irrigation seront conçues en admettant le principe de la desserte individuelle, c'est à dire que chaque unité foncière à l'intérieur d'un îlot aura sa propre sortie équipée d'un compteur individuel. Comme on admet que l'implantation des bornes d'irrigation doit soumettre aux critères ci-après :

- ✓ Une prise par ilot d'exploitations.
- ✓ Quatre (04) prise maximum sur une même borne.
- ✓ Bornes implantées en limites d'ilots ou au centre pour les grands ilots.

IV.1.1 Implantation des bornes d'irrigation :

L'emplacement des bornes d'irrigation qui régit le plan de bornage est le premier problème auquel doit s'attaquer le projecteur. En effet une forte densité améliore les conditions de travail des agriculteurs en diminuant les longueurs de canalisation mobile de surface, mais il en résulte une augmentation importante des frais d'installation du réseau fixe. Une trop faible densité accroît le travail de montage et de transport de canalisation mobiles. On admet généralement que l'implantation des bornes répond aux critères suivants :

- Pour les zones de petites et moyennes exploitations :
 - ✓ Une borne par îlot d'exploitations ;
 - ✓ Quatre (04) prises maximum sur une même borne soit huit parcelles au maximum ;
 - ✓ Bornes implantées en limites d'îlots ou des parcelles ;
 - ✓ Dénivelée maximum de 5 m entre les points les plus hauts/ bas du bloc d'îlots.
- Pour les zones à grande exploitation :
 - ✓ La borne se situe au centre de l'îlot ;
 - ✓ 4prises sur les mêmes bornes.

IV.1.2 Débit aux bornes :

Le débit de chaque borne pouvant desservir un îlot est donné par la formule suivante :

Tel que :

$$Q_b = q_s \cdot S \quad \dots(VI. 1)$$

Q_b : Débit de chaque îlot en l/s

q_s : Débit spécifique en l/s/ha

S : Superficie de l'îlot en h

IV.1.3 Choix du type et du diamètre de la borne :

Le choix du type de la borne dépend de la surface d'îlot et du nombre de parcelles.

Généralement on admet que :

Pour les îlots qui ont un nombre de parcelles entre [4 -8], et dont la superficie est inférieure à 15 ha, on prend la borne à quatre prises (Borne de type A4).

Pour les îlots qui ont deux parcelles et dont la superficie est inférieure à 15 ha, on prend la borne à deux prises (borne de type A2).

Pour les îlots qui ont deux parcelles et dont la superficie dépasse 15 ha, on prend la borne à deux prises (Borne de type B).

Pour les grands îlots ($S > 50$ ha) on prévoit des bornes de type C.

Le tableau ci-dessous représente les différents types de bornes et leurs caractéristiques :

Tableau IV. 1: Type de bornes en fonction du débit d'ilot.

Type	Débit fourni	Entrée	Sortie (prise)
Type A2	Q<40 m3/h (11.11) l/s	1 Entrée Φ 80,100	2 Entrée Φ 65
Type A4	Q<40 m3/h (11.11) l/s	2 Entrée Φ 80,100	4 Entrée Φ 65
Type B	40 m3/h (11.11l/s) <Q<80 m3/h (22.22 l/s)	2 Entrée Φ 80,100,125	2 Entrée Φ 100
Type C	Q>80 m3/h (33.33 l/s)	2 Entrée Φ 80,100,125	1 Entrée Φ 150

On effectue les calculs pour notre secteur et les résumant dans le **tableau IV.2** :

Tableau IV. 2: Calcul des débit de bornes.

N° d'ilots	N° de laBornes	Nombre de parcelles	Surface de parcelle	Surface d'ilot	Débit brute (l/s)	Débit de la borne (l/s)	ϕ Borne
I 1	B 1	1	14,43	60	12,4098	51,6	200
		2	11,8		10,148		
		3	17,23		14,8178		
		4	16,54		14,2244		
I 2	B 2	1	22,46	46,3	19,3156	39,818	200
		2	12,91		11,1026		
		3	10,93		9,3998		
I 3	B 3	1	3,73	12,85	3,2078	11,051	65
		2	4		3,44		
		3	5,12		4,4032		
I 4	B 4	1	3,42	10,9	2,9412	9,374	65
		2	3,67		3,1562		
		3	3,81		3,2766		
I 5	B 5	1	3,26	10,56	2,8036	9,0816	65
		2	3,93		3,3798		
		3	3,37		2,8982		
I 6	B 6	1	1,96	9,38	1,6856	8,0668	65
		2	3,42		2,9412		
		3	4		3,44		
I 7	B 7	1	2,96	6,9	2,5456	5,934	65
		2	2,09		1,7974		
		3	1,85		1,591		

N° d'Ilots	N° de la Bornes	Nombre de parcelles	Surface de parcelle	Surface d'ilot	Débit brute (l/s)	Débit de la borne (l/s)	φ Borne
I 8	B 8	2	3,12	6,72	2,6832		
		3	3,6		3,096		
I 9	B 9	1	5,78	12,62	4,9708	10,8532	65
		2	6,84		5,8824		
I 10	B 10	1	3	16,84	2,58	14,4824	100
		2	5,74		4,9364		
		3	8,1		6,966		
I 11	B 11	1	5,26	19,05	4,5236	16,383	100
		2	4,94		4,2484		
		3	4,61		3,9646		
		4	4,24		3,6464		
I 12	B 12	1	7,12	21,03	6,1232	18,0858	100
		2	4,46		3,8356		
		3	4,52		3,8872		
		4	4,93		4,2398		
I 13	B 13	1	2,84	6,09	2,4424	5,2374	65
		2	3,25		2,795		
I 14	B 14	1	5,82	12,5	5,0052	10,75	65
		2	3,22		2,7692		
		3	3,46		2,9756		
I 15	B 15	1	14,05	33,55	12,083	28,853	150
		2	10,17		8,7462		
		3	9,33		8,0238		
I 16	B 16	1	14,61	37,63	12,5646	32,3618	150
		2	10,7		9,202		
		3	12,32		10,5952		
I 17	B 17	1	2,7	15,66	2,322	13,4676	100
		2	2,41		2,0726		
		3	2,58		2,2188		
		4	2,4		2,064		
		5	1,47		1,2642		
		6	2,02		1,7372		
		7	2,08		1,7888		
I 18	B 18	1	6,06	12,26	5,2116	10,5436	65
		2	6,2		5,332		

N° d'Ilots	N° de laBornes	Nombre de parcelles	Surface de parcelle	Surface d'ilot	Débit brute (l/s)	Débit de la borne (l/s)	φ Borne
I 19	B 19	1	5,19	10,75	4,4634	9,245	65
		2	5,56		4,7816		
I 20	B 20	1	4,27	11,41	3,6722	9,8126	65
		2	2,87		2,4682		
		3	4,27		3,6722		
I 21	B 21	1	6,13	16,8	5,2718	14,448	100
		2	2,95		2,537		
		3	3,42		2,9412		
		4	4,3		3,698		
I 22	B 22	1	4,37	14,3	3,7582	12,298	100
		2	5,26		4,5236		
		3	4,67		4,0162		
I 23	B 23	1	3,73	9,6	3,2078	8,256	65
		2	2,2		1,892		
		3	3,67		3,1562		
I 24	B 24	1	3,82	14,4	3,2852	12,384	100
		2	4,95		4,257		
		3	5,63		4,8418		
I 25	B 25	1	4,91	18,08	4,2226	15,5488	100
		2	4,52		3,8872		
		3	5,54		4,7644		
		4	3,11		2,6746		

IV.2 Schéma et variante d'aménagement hydroagricole :

IV.2.1 Adduction :

L'eau du système d'irrigation sera fournie par le barrage de **Zit-Emba** situé à 11 km au sud-ouest du périmètre. Ce barrage a une capacité utile d'exploitation pour l'irrigation de 43Mm³. Une cote minimale d'exploitation pour l'irrigation maximal est de 100 m.

La conduite d'adduction part du barrage en parallèle à Oued El-kbir (7.4Km), jusqu'à dépasser l'autoroute est-ouest et sous le pont à une altitude de 40m, une station de pompage refoule vers un réservoir distant de 5.7 Km avec 80m d'altitude.

IV.2.2 Schéma de distribution :(conduites secondaires et tertiaires)

Pour le réseau de distribution, d'où tout le périmètre serait irrigué par pression naturelle via des canalisations secondaires et tertiaires alimenteront les parcelles à partir de la conduite principale.

IV.3 *Le réservoir de stockage :*

Le réservoir est dimensionné selon les besoins en eau des cultures au mois de pointe.

Le nombre des heures de pompage par jour est 22heures, ce qui nous permet de refouler 4.17% des besoins chaque heure. Comme 22 heures d'irrigation par jour, ce qui nous permet de distribuer 4.55% des besoins chaque heure.

Le volume du réservoir sera égal :

$$Vu = \frac{4.17}{100} \times Q_s \quad \dots(VI. 2)$$

$$= \frac{4.17}{100} \times 0.387 * 3600 * 22 = 1278.13 \text{ m}^3$$

Le volume d'incendie 120m³

On prend un volume total de **V= 1400m³**

La forme géométrique de notre réservoir est soit :

- **Réservoir circulaire**

Les dimensions finales du bassin sont : **5.5*(9)².π = 1400 m³.**

- **Bassin rectangulaire**

Les dimensions finales du bassin sont : 5x20x14 = 1400 m³

IV.4 *Système de pompage :*

La pompe est un dispositif utilisé pour aspirer, déplacer ou comprimer des fluides. Il existe deux grands types de pompes: les pompes volumétriques qui sont utilisées pour pomper les eaux usées et les turbopompes.

➤ **Les turbopompes (pompes centrifuge)**

- **Les pompes à écoulement radial**

Elles permettent de relever des faibles débits sur de fortes hauteurs. La hauteur de refoulement croit avec le diamètre extérieur de la roue. Dans ce cas, l'écoulement est radial et les aubages sont des surfaces planes.

- **Les pompes axiales :**

Ce sont les pompes hélices où les pales sont constituées par des surfaces gauches. Ces pompes conviennent pour relever de forts débits sur de faibles hauteurs.

- **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.

IV.4.1 Choix de l'emplacement de la station de pompage

Le choix de l'emplacement de la station de pompage se base sur plusieurs critères à savoir :

- ✓ Eviter les zones géologiquement instables.
- ✓ Eviter les zones inondables.
- ✓ Réduire les travaux de terrassement.
- ✓ Le point de prise d'eau doit être approuvé par les services publics de l'environnement et de la santé.
- ✓ Tenir compte de la variation du plan d'eau d'aspiration.
- ✓ Prévoir des moyens de dérivation des eaux pluviales.
- ✓ Rapprochement le plus possible des ouvrages : prise d'eau-station de pompage-ouvrage d'arrivé.
- ✓ Distance minimale
- ✓ Prévoir une plateforme
- ✓ Prévoir un l'accès des engins
- ✓ Prévoir un revêtement routier à l'extérieur
- ✓ Accès au réseau électrique

IV.4.2 Choix du type de pompe

Le choix du type de pompe se base sur plusieurs critères à savoir :

- ✓ Assurer le débit appelé Q_{app} et la hauteur HMT
- ✓ Meilleur rendement
- ✓ Vérifier la condition de non cavitation
- ✓ Encombrement et poids les plus faibles
- ✓ Vitesse de rotation la plus élevée
- ✓ Puissance absorbée minimale
- ✓ $(NPSH)_r$ minimal
- ✓ Etre fabriquée en série.

IV.4.3 Choix de type et de nombre de pompe pour la station de pompage (SP)

IV.4.3.1 Calcul de la hauteur manométrique totale (HMT)

La hauteur d'élévation totale ou hauteur manométrique totale HMT se calcule comme suit :

$$HMT = H_g + \sum \Delta h \text{ totale... (VI. 3)}$$

Avec :

HMT : hauteur manométrique

H_g : hauteur géométrique

ΔH : les pertes de charge totale

➤ **La hauteur géométrique H_g**

La hauteur géométrique H_g est la différence d'altitude entre la cote d'arrivée (Réservoir) et celle de départ (niveau de pompage).

$$H_g = C_R - C_{SP} = 85.5 - 40 \text{ ... (VI. 4)}$$

$H_g = 45.5\text{m}$.

➤ **La longueur de refoulement**

$L_{\text{ref}} = 5700\text{m}$.

Nous avons $Q = 1.05 * 0.86$

$$Q = 0.903 \text{ m}^3/\text{s}.$$

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

$$D = \sqrt[3]{Q}$$

Avec: D : Diamètre intérieur de la conduite en m

Q : Débit véhiculé par la conduite en m^3/s

Donc nous avons :

$$D = 0.95 \text{ m}$$

On prend **$D = 1000 \text{ mm}$** .

➤ **Calcul des pertes de charge totale**

On distingue les pertes de charge linéaires et singulières

➤ **Pertes de charges linéaires H_L**

Les pertes de charge sont calculées comme suit :

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

L : longueur du tronçon en (m).

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

ΔH_l : Pertes de charge linéaires en (m) :

I: gradient hydraulique en (m/m)

Le coefficient λ est obtenu par les formules suivantes:

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

ξ : Rugosité absolue ; 0,046 mm. (Conduite en fonte)

➤ **Pertes de charges singulières**

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

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

➤ **Calcul du diamètre économique**

Le calcul du diamètre économique se fait en faisant un bilan technico-économique sur les frais d'exploitation et d'investissement.

➤ **Calcul de la HMT pour différent diamètre**

Tableau IV. 3: Calcul de la HMT pour divers diamètres de la conduite.

D (mm)	L (m)	Q (m3/s)	h-z	ΔH_l (m)	ΔH_t (m)	Hg	HMT
500	5700	0,40635	40,84	4,08	44,92	45,5	90,42
600	5700	0,40635	16,80	1,68	18,48	45,5	63,98
700	5700	0,40635	7,93	0,79	8,73	45,5	54,23
800	5700	0,40635	4,14	0,41	4,55	45,5	50,05
1000	5700	0,40635	1,21	0,12	1,34	45,5	46,84

Puissance absorbée par la pompe

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

$$P_{abs} = \frac{g * Q * HMT}{\eta} \quad \dots(VI. 5)$$

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

Q : Débit refoulé par la pompe en (m³/s)

➤ **Energie consommée par la pompe**

$$E = P * T * 365 [KWh]$$

P : Puissance de la pompe en(KW).

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

➤ **Frais d'exploitation**

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

$$F_{ex} = E * e [DA] \dots(VI. 6)$$

E : L'énergie consommée par la pompe en (KWh)

e : Prix unitaire d'un KWh imposé par la SONELGAZ (e=4.69DA)

Tableau IV. 4: Calcul des frais d'exploitation.

Diamètre (mm)	HMT (m)	Q (l/s)	P (wat)	E (KWH)	Frais d'exploitation (DA)
500	90,42	406,35	450,54	3 617 869,11	16 895 448,74
600	63,98	406,35	318,83	2 560 185,52	11 956 066,39
700	54,23	406,35	270,20	2 169 687,78	10 132 441,94
800	50,05	406,35	249,41	2 002 768,87	9 352 930,60
900	48,07	406,35	239,51	1 923 235,36	8 981 509,14
1000	46,84	406,35	233,39	1 874 144,75	8 752 255,98

➤ **Frais d'amortissement**

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

$$F_{am} = Pc * A[DA] \dots(VI.7)$$

Pc : Prix de la conduite en (DA)

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

$$A = \frac{i}{(i+1)^n} + i \dots(VI. 8)$$

i : Taux d'annuité annuel. i= 8%.

n : nombre d'année d'amortissement. n=30ans.

Tableau IV. 5: Variation des frais d'investissement en fonction du diamètre.

Diamètre (mm)	Prix unitaire (DA)	prix pose (DA)	Longueur (m)	prix conduite (DA)	Amortissement annuel (%)	Frais d'amortissement (DA)
500	12500	600	5700	74670000	0,089	6632744,451
600	13800	1100	5700	84930000	0,089	7544113,918
700	15200	1560	5700	95532000	0,089	8485862,366
800	17200	2000	5700	109440000	0,089	9721274,31
1000	21726,49	2950	5700	140655993	0,089	12494110,85

➤ **Choix du diamètre**

Tableau IV. 6: Bilan technico-économique des diamètres choisis.

Diamètre (mm)	HMT (m)	Frais d'amortissement (DA)	Frais d'exploitation (DA)	Bilan (DA)
500	90,42	6 632 744,45	16 895 448,74	23 528 193,19
600	63,98	7 544 113,92	11 956 066,39	19 500 180,30
700	54,23	8 485 862,37	10 132 441,94	18 618 304,31
800	50,05	9 721 274,31	9 352 930,60	19 074 204,91
1000	46,84	12 494 110,85	8 752 255,98	21 246 366,83

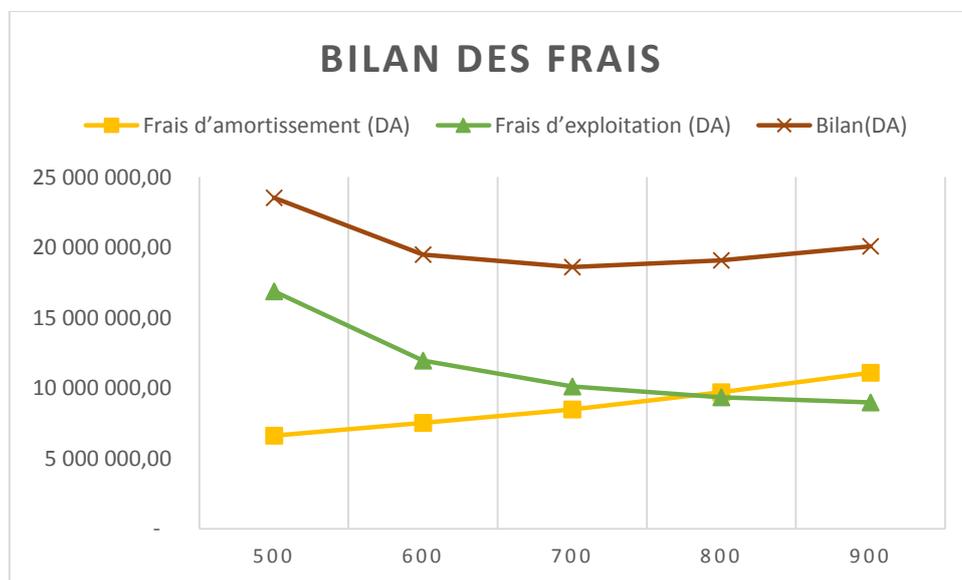


Figure IV. 1 : Variation des frais en fonction du diamètre.

D'après le graphe précédent, on s'aperçoit que le diamètre optimal est de D=700mm. Donc le diamètre de 700 mm pour la conduite de refoulement avec une Hmt de 54.23 m.

➤ **Nombre et choix des pompes**

Le choix de nombre de pompes se fait sur la base de plusieurs critères, qui sont :

- ✓ Nombre de pompes minimal
- ✓ Meilleur rendement
- ✓ Charge nette d'aspiration requise (NPSH) r minimale
- ✓ Nombre d'étage minimal
- ✓ Puissance absorbée minimale
- ✓ Encombrement et poids les plus faibles

Dans notre cas, nous avons utilisé le logiciel Caprari pour le choix du type et du nombre des pompes

Tableau IV. 7: Variantes pour le choix du nombre de pompes.

N	Q (l/s)	HMT(m)	Type de la Pompe	η (%)	N (tr/min)	P abs (KW)	NPS Hr	Ø mm
2	204.9*2	54.3	E18S64/2EF + M10200 400V	76.3	2900	300	9.96	230
2	204.9*2	41.7	E14S64/2DE + M12230	68.5	2900	340	14.8	230
3	140.6*3	54.2	E18S64/1B + M10150	76	2900	330	19.2	

Tableau IV. 8: Variantes pour le choix du type de pompes.

N Type de la Pompe	Q _{cal} (l/s)	HMT (m)	η %	N (tr/min)	P _{abs} (Kw)	NPSHr (m)	Poids (kg)	Dref (mm)
E18S64/2EF + M10200	204.6	54.3	76.3	2900	150	12.7	931*2	230
E14S64/2DE + M12230	204.9	41.7	68.5	2900	170	14.8	877*2	250
E18S64/1B + M10150	140.6	54.2	76	2900	110	19.2	720*3	230

Donc on opte pour deux pompes de type (**E18S64/2EF + M10200-400V**) plus une pompe de secours car elles assurent :

- Le meilleur rendement (76.3%).
- Pabs minimale (150 KW).
- Vitesse de rotation élevée (2900tr/min).
- Nombre de pompe minimal (2).
- Poids le plus faible (877 kg)

-NPSH_r minimal : 12.7.

On donne les différentes caractéristiques de cette pompe (E18S64/2EF + M10200 400V) :

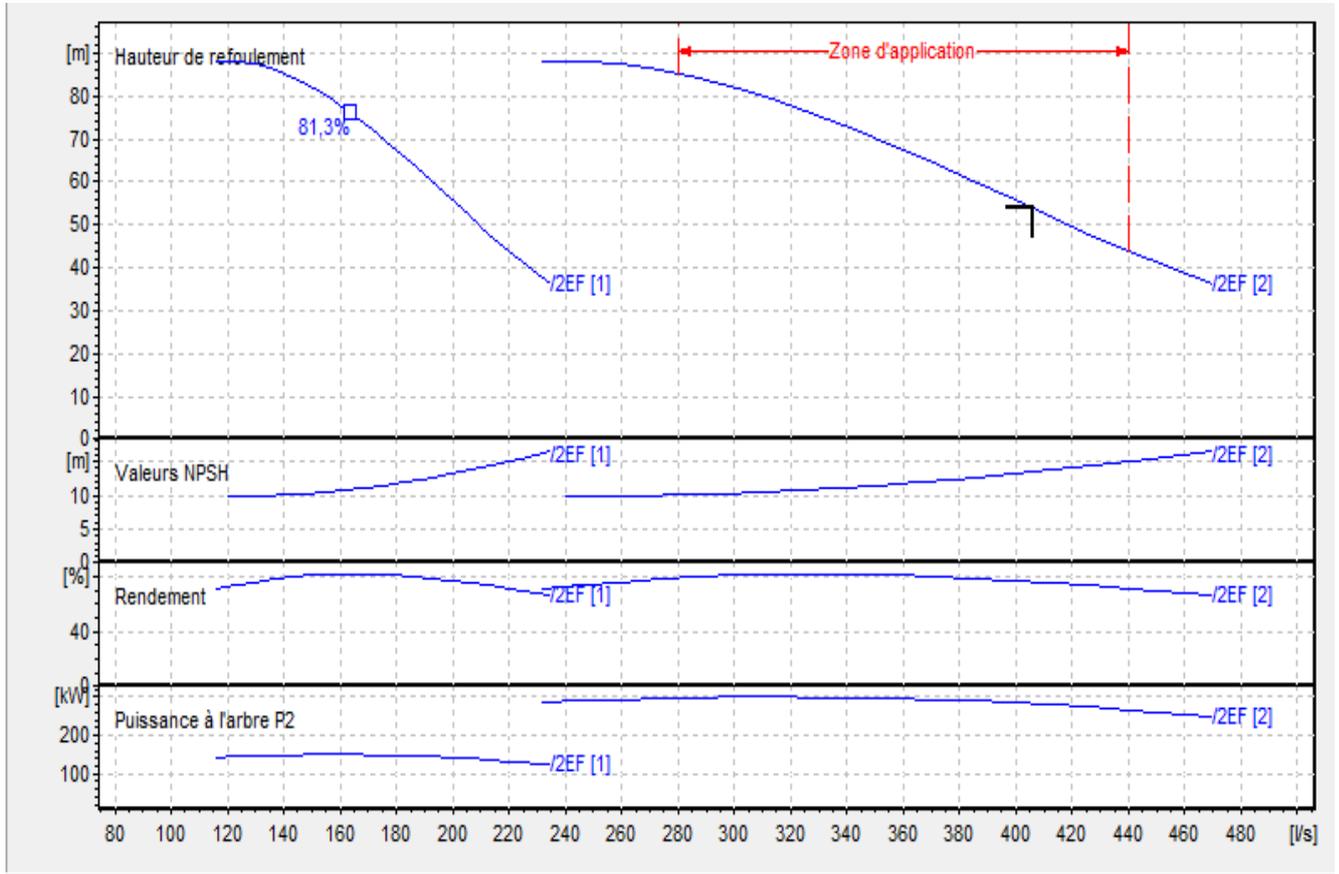


Figure IV. 2: Courbes caractéristiques de la pompe

➤ **Vérification du risque de la cavitation**

Le seul moyen d'empêcher les effets indésirables de la cavitation c'est de s'assurer que le NPSH disponible dans le système est plus élevé que le NPSH requis par la pompe.

(NPSH)_r : Charge nette d'aspiration requise, elle est fournie par le constructeur.

(NPSH)_d : Charge nette d'aspiration disponible, elle est fournie par l'installateur.

$$(NPSH)_d = (NPSH)_r + r$$

r : marge de sécurité, r = (0,3 – 0,5) m. On prend : r = 0,5m.

$$(NPSH)_d = \frac{p_{at}}{\bar{w}} - \frac{p_v}{\bar{w}} - \sum h_p^{asp} - \frac{V_{asp}^2}{2g} - h_{adm}^{asp} = (NPSH)_r + 0,5... (VI. 9)$$

$$h_{adm}^{asp} = \frac{p_{at}}{\bar{w}} - \frac{p_v}{\bar{w}} - \sum h_p^{asp} - \frac{V_{asp}^2}{2g} - (NPSH)_r - 0,5$$

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

(NPSH_r) : Déterminé d'après le (Tableau)

$\frac{P_{at}}{\bar{w}}$: Dépend de l'altitude d'implantation de la station de pompage (voir tableau)

$\frac{P_v}{\bar{w}}$: dépend de la température du liquide pompé (voir tableau)

Tableau IV. 9: Pression atmosphérique en fonction de la côte.

H (m)	- 50	0	100	300	500	1500	2000
$\frac{P_{at}}{\bar{w}}$ (m)	10.86	10.33	10.2	10.06	9.7	8.6	8.4

Tableau IV. 10: Pression de vapeur en fonction de la température.

T (°C)	5	10	20	30	40	50	80	100
$\frac{P_v}{\bar{w}}$ (m)	0.09	0.12	0.24	0.43	0.75	1.25	4.82	10.33

On a :

- (NPSH_r) : Déterminé graphiquement égal à 12.7 m
- La côte de la station de pompage est de 40m.
- $\frac{P_{at}}{\bar{w}} = 10.265$ m.
- La température ambiante est considérée égale à 20°C donc = 0.24 m.

Avec : $V_{asp} = \frac{4Q}{\pi \cdot Da^2} = 1.13 \text{ m/s}$

$$\Delta H_{\left(\frac{m}{100m}\right)} = 1.23 \times 10^{12} \times \frac{Q^{1.85}}{C_{wh} D^{4.87}}$$

$$\Delta H_{\left(\frac{m}{100m}\right)} = 1.23 \times 10^{12} \times \frac{0.138^{1.85}}{350^{4.87}} = 0,000719$$

$$h_{adm}^{asp} = 10.265 - 0.24 - 0.046 - 0.0654 - 12.7 - 0.5 = -3.2864 \text{ m.}$$

Pour éviter tout risque de cavitation il suffit de respectée l'inégalité suivante:

$$(NPSH)_d > (NPSH)_r$$

Alors :

$$(NPSH)_d = 10.658 - 0.24 - 0.046 - (-3.2714) = 13.2554$$

On remarque que : $(NPSH)_d = 13.2554 \text{ m} > 12.7 = (NPSH)_r$

Donc notre pompe est bien protégée contre le risque de cavitation.

IV.4.3.2 Choix du moteur électrique

Les critères de choix du moteur électrique sont :

- Puissance absorbée minimale
- Position de l'arbre de transmission horizontale ou verticale
- Tension d'alimentation en fonction de la puissance du moteur et de l'investissement.

➤ **Vitesse de rotation du moteur**

La vitesse de rotation du moteur est donnée comme suit :

$$N_m = N_p \pm 200 \text{ tr/mn}$$

Où:

N_m : vitesse de rotation du moteur (tr/mn)

N_p : vitesse de rotation de la pompe (tr/mn),

$$N_m = 2900 + 200 = 3100 \text{ tr/min}$$

$N_m = 3100 \text{ tr/min}$

➤ **Puissance fournie par le moteur**

La puissance qui devra être fournie par le moteur est calculée par la formule suivante :

$$P_m = \frac{\varpi \cdot Q_{\max} \cdot HMT \cdot K}{\eta_p \cdot \eta_{tr} \cdot \eta_m} \dots \text{(VI. 10)}$$

Avec : P_m : puissance du moteur (watt)

ϖ : Poids volumique de l'eau, $\varpi = 9810 \text{ N/m}^3$

Q_{app} : débit refoulé par une pompe (m^3/h)

HMT : hauteur manométrique totale minimum (m)

$\eta = 1$ rendement de l'accouplement

η_m : Rendement du moteur (92% -95%)

η_p : Rendement de la pompe

K : Coefficient de correction, il est déterminé en fonction de la puissance du moteur, les valeurs du coefficient K sont données dans le tableau suivant :

Tableau IV. 11: Coefficient de correction en fonction de la puissance du moteur.

P (KW)	1÷2	2÷10	10÷50	50÷100	100÷200	>200
K	2	2÷1,3	1,3÷1,2	1,2÷1,1	1,1÷1,05	1,05

$$P_{\text{abs}} = \frac{9810 \times 0,406 \times 54,23 \times 1,05}{0,93 \times 1 \times 0,763} = 319\,607,13 = \text{W} \quad \mathbf{P_{\text{abs}} = 320 \text{ Kw}}$$

IV.4.4 Bâtiment de la station de pompage

Types des bâtiments des stations de pompage

Il existe plusieurs types de bâtiments des stations de pompes, parmi lesquelles :

- Bâtiment type surface.
- Bâtiment type bloc.
- Bâtiment type bache mouillé avec une pompe noyée
- Bâtiment type bache mouillé avec une pompe dénoyée
- Bâtiment type puits bloc.

Construction du bâtiment

La construction de bâtiment dépend de plusieurs facteurs :

- de la façon du raccordement bâtiment prise d'eau (type séparé ou bien assemblé)
- Type de pompes et du moteur électrique.
- Variation du plan d'eau dans l'oued.
- Type de matériaux de construction et sa disponibilité sur le marché.

Choix du type de bâtiment

Pour le choix de type de bâtiment on a se repère au tableau suivant :

Tableau IV. 12: Choix du type de bâtiment

Paramètres	Type de bâtiment.			
	type bloc	bache sèche	bache mouillée	de surface/semi enterre.
Q (m ³ /s).	> 2	< 2	< 6	< 1,5
Type de pompe.	Axiale : Horizontale Verticale	Pompes centrifuges	Axiale : Verticale	Pompes centrifuges.
h _a ^{ad} (m).	< 0	< 0 ; > 0	< 0 ; > 0	> 0
Variation de plan D'eau (m).	1 ÷ 2	1 ÷ 3	1	Importante.

On a les données suivantes :

- $Q=0,406 \text{ m}^3/\text{s}$, débit refoulé par chaque pompe.

- $h_a^{\text{ad}}=-3.3\text{m} \Rightarrow$ Type bêche sèche

-Pompes centrifuges

IV.4.5 Dimensionnement de bâtiment de station pompage

Tableau IV. 13: Récapitulation des dimensions du bâtiment de la station.

Dimensions du bâtiment de la station (m)						
Longueur	Largeur	Hauteur	Epaisseur des murs	Fenêtres	portes	
					secondaire	principale
12.8	9	4	0,2	1,4×2,2	3×3	3.6×3.6

IV.5 Réseau de distribution :

Après avoir calculé les débits des ilots, nous procédons au dimensionnement des conduites et qui doit répondre aux normes hydrauliques suivantes:

IV.5.1 La vitesse admissible :

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

IV.5.2 Le calcul du diamètre :

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:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 1000 \quad \dots(\text{VI. 11})$$

Avec :

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

IV.5.3 Calcul des pertes de charges :

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

$$h_{Pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C \quad \dots(\text{VI. 12})$$

h_{Pu} : perte de charge unitaire en m/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:

Tableau IV. 14: Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon.

K (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

IV.5.4 Choix du matériau des conduites :

Le choix du matériau est l'un des compromis entre critères à voir La satisfaction des conditions hydrauliques (débit, pression), la disponibilité sur le marché local, l'intérêt économique et du type de sol.

a) Conduites en fonte :

Présentent plusieurs avantages:

- Bonne résistance aux forces internes ;
- Bonne résistance à la corrosion ;
- Très rigides et solides.

Leur inconvénient est:

- coût relativement important

b) Conduite en PEHD

Ils sont les plus utilisés car ils présentent des avantages importants

- Bonne résistance à la corrosion
- Disponible sur le marché
- Une pose de canalisation facile
- Leur coût est relativement faible.

Leur inconvénient est :

- le risque de rupture dans le cas d'une mauvaise soudure.

➤ **CHOIX DU MATERIAU**

Dans le cas de notre étude, on choisira un matériau selon le diamètre de la conduite :

- Fonte pour les diamètres supérieurs à 315 mm.
- PEHD pour les diamètres inférieurs à 315 mm.

➤ **Points spéciaux d'une conduite**

Les points spéciaux d'une conduite sont:

- Les points hauts, où seront installées des ventouses trifonctionnelles d'entrée et de purge d'air.
- Les points bas, où dans quelques-uns, seront installés des dérivations pour le vidage exceptionnel de la conduite.

- Les dérivations vers les branches.
- Les sectionnements intermédiaires.

Dans notre cas, les conduites seront en fonte si leur diamètre est supérieur ou égal à 315mm et en PEHD dans le cas contraire. Pour une conduite en fonte/PEHD, les pertes de charge singulières sont estimées à **10%** des pertes de charge linéaires. Les calculs hydrauliques sont détaillés dans le tableau audessous.

Où h_1 et h_2 sont les hauteurs de pressions

La rugosité équivalente : $K=0.1$ mm, donc : $L=1.15$ $M=1.89$ $N=5.01$.

Dans notre cas, les conduites seront en fonte si leur diamètre est supérieur ou égal à 315mm et en PEHD dans le cas contraire. Pour une conduite en fonte/PEHD, nous a les caractéristiques suivantes : Les pertes de charge singulières sont estimées à **10%** des pertes de charge linéaires. Les calculs hydrauliques sont détaillés dans le tableau qui suivra. L'estimation des pressions est basée sur le principe de Bernoulli entre le point A et le point B:

$$Z_1 + h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + h_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H \quad \dots(VI. 13)$$

Où h_1 et h_2 sont les hauteurs de pressions

V_1 et V_2 sont les vitesses d'écoulement dans A et B

Z_1 et Z_2 sont les côtes du terrain naturel.

ΔH : sont les pertes de charge entre A et B.

Les calculs sont détaillés dans le tableau **IV.6**

Tableau IV. 15: Calculs hydrauliques.

Point	Tronçon	Longueur du tronçon (m)	Longueur du tronçon (Km)	Surface (ha)	Débit Q (l/s)	Débit Q (m3/s)	Diamètre calculé D (mm)	Diamètre normalisé D (mm)	Matériaux	Vitesse réelle (m/s)	Pertes de charges linéaires AHL (m)	Pertes de charges totales AHT (m)	Côte du terrain naturel (m)	Côte piézo métrique (m)	Pression au point P (m)	P (bar)
SF	R--SF	374	0,37	450	387,00	0,39	627,85	700	Fonte	1,37	0,92	1,02	55,22	84,48	29,26	2,93
N1	SF--N1	1131	1,13	450	387,00	0,39	627,85	700	Fonte	1,37	2,80	3,07	40,00	81,41	41,41	4,14
B25	N1--B25	253	0,25	18,08	15,55	0,02	125,85	140	PEHD	0,88	1,49	1,64	37,29	79,77	42,47	4,25
B24	N1--B24	551,63	0,55	431,92	371,45	0,37	615,11	700	Fonte	1,31	1,26	1,39	40,00	80,02	40,02	4,00
C1	B24--C1	339,39	0,34	431,92	371,45	0,37	615,11	700	Fonte	1,31	0,78	0,85	43,48	78,91	35,43	3,54
B23	C1--B23	231,94	0,23	417,68	359,20	0,36	604,88	700	Fonte	1,27	0,50	0,55	45,05	79,47	34,43	3,44
C2	B23--C2	80,12	0,08	408,08	350,95	0,35	597,89	600	Fonte	1,24	0,16	0,18	44,89	78,73	33,84	3,38
B19	C2--B19	91,77	0,09	408,08	350,95	0,35	597,89	600	Fonte	1,24	0,19	0,21	43,12	79,27	36,15	3,61
B18	B19--B18	248,42	0,25	397,33	341,70	0,34	589,96	600	Fonte	1,21	0,49	0,53	41,07	78,20	37,13	3,71
C3	B18--C3	108,11	0,11	385,07	331,16	0,33	580,79	600	Fonte	1,17	0,20	0,22	41,16	79,05	37,89	3,79
N2	C3--N2	229,17	0,23	385,07	331,16	0,33	580,79	600	Fonte	1,17	0,42	0,46	41,23	77,73	36,50	3,65
B21	N2--B21	291,27	0,29	16,8	14,45	0,01	121,31	125	PEHD	0,72	1,08	1,19	42,01	77,86	35,84	3,58
B22	N2--B22	86,64	0,09	14,3	12,30	0,01	111,92	125	PEHD	0,61	0,24	0,26	41,44	77,47	36,04	3,60
B20	N2--B20	135,87	0,14	353,97	304,41	0,30	556,84	600	Fonte	1,08	0,21	0,23	40,00	77,50	37,50	3,75
C7	B20--C7	62,44	0,06	342,56	294,60	0,29	547,79	600	Fonte	1,04	0,09	0,10	38,69	77,75	39,06	3,91
N3	C7--N3	57	0,06	342,56	294,60	0,29	547,79	600	Fonte	1,04	0,08	0,09	38,65	77,38	38,73	3,87
B17	N3--B17	514,37	0,51	243,85	209,71	0,21	462,18	500	Fonte	1,07	1,00	1,09	37,18	76,40	39,23	3,92
B15	B17--B15	269,25	0,27	228,19	196,24	0,20	447,09	500	Fonte	1,00	0,46	0,51	37,78	77,25	39,47	3,95
C4	B15--C4	232,61	0,23	194,64	167,39	0,17	412,92	500	Fonte	0,85	0,29	0,32	40,31	77,06	36,75	3,67

Point	Trançon	Longueur du trançon (m)	Longueur du trançon (Km)	Surface (ha)	Débit Q (l/s)	Débit Q (m3/s)	Diamètre calculé D (mm)	Diamètre normalisé D (mm)	Matériaux	Vitesse réelle (m/s)	Pertes de charges linéaires AHL (m)	Pertes de charges totales AHt (m)	Côte du terrain naturel (m)	Côte piézo métrique (m)	Pression au point P (m)	P (bar)
B10	B9--B10	356,35	0,36	182,02	156,54	0,16	399,31	400	Fonte	1,25	1,21	1,33	39,21	75,91	36,70	3,67
B12	B10--B12	195,77	0,20	165,18	142,05	0,14	380,39	400	Fonte	1,13	0,55	0,61	40,00	76,45	36,45	3,64
N4	B12--N4	138,2	0,14	144,15	123,97	0,12	355,35	400	Fonte	0,99	0,30	0,33	39,83	75,84	36,01	3,60
B14	N4--B14	68	0,07	37,85	32,55	0,03	182,09	200	PEHD	1,04	0,38	0,42	39,15	75,49	36,34	3,63
B13	B14--B13	68,27	0,07	25,35	21,80	0,02	149,02	160	PEHD	1,08	0,55	0,61	38,93	75,84	36,91	3,69
B11	B13--B11	198,31	0,20	19,26	16,56	0,02	129,89	140	PEHD	0,82	0,95	1,05	41,38	74,79	33,41	3,34
B2	N4--B2	294,76	0,29	106,30	91,42	0,09	305,15	315	PEHD	1,17	1,20	1,32	38,12	74,51	36,40	3,64
C5	B2--C5	835,14	0,84	60,00	51,60	0,05	229,26	250	PEHD	1,05	3,68	4,05	36,42	71,45	35,02	3,50
B1	C5--B1	316,2	0,32	60,00	51,60	0,05	229,26	250	PEHD	1,05	1,39	1,53	36,27	74,31	38,03	3,80
B16	N3--B16	475,17	0,48	98,71	84,89	0,08	294,06	315	PEHD	1,09	1,68	1,85	42,11	75,53	33,41	3,34
C6	B16--C6	407,55	0,41	61,08	52,53	0,05	231,31	250	PEHD	1,07	1,86	2,04	37,23	74,36	37,13	3,71
B7	C6--B7	345	0,35	61,08	52,53	0,05	231,31	250	PEHD	1,07	1,57	1,73	38,46	75,52	37,07	3,71
B8	B7--B8	258,53	0,26	54,18	46,59	0,05	217,86	225	PEHD	0,95	0,94	1,03	28,33	76,02	47,69	4,77
B6	B8--B6	157,31	0,16	43,69	37,57	0,04	195,63	200	PEHD	1,20	1,16	1,28	28,34	74,89	46,54	4,65
B5	B6--B5	232,3	0,23	34,31	29,51	0,03	173,36	180	PEHD	0,94	1,09	1,20	28,42	74,72	46,29	4,63
B3	B5--B3	190,5	0,19	23,75	20,43	0,02	144,24	160	PEHD	1,02	1,36	1,50	28,42	74,95	46,53	4,65
B4	B3--B4	54,65	0,05	10,90	9,37	0,01	97,72	110	PEHD	0,99	0,59	0,64	28,45	75,19	46,74	4,67

IV.6 Conclusion :

Dans Ce chapitre, nous avons étudié le système d'adduction du périmètre de **Zit-Emba**.

Le périmètre est répartie en 25 ilots, et comporte 25 bornes, le réseau d'adduction projeté est constitué par une conduite gravitaire vers un réservoir, qui a son tour alimentera les parcelles.

Cette phase de calcul nous a permis:

- ❖ De calculer le réseau d'adduction qui est constitué d'une conduite de refoulement de diamètre 700 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 (de 3 à 4.77 bar)

V. Techniques d'irrigation

Introduction :

Pour une exploitation particulière, le choix de la méthode d'irrigation dépend des facteurs techniques, économiques et sociologiques.

Les facteurs techniques incluent le type de culture, le type du sol, la structure parcellaire, la topographie et la qualité de l'eau.

Les facteurs socio-économiques se rapportent à la structure de l'exploitation, les coûts d'investissement, les frais de fonctionnement et d'entretien, le niveau technique de l'exploitant et les besoins en main d'œuvre.

Le choix de la méthode d'irrigation par l'exploitant, peut être dicté également par le mode de livraison de l'eau au niveau de la parcelle. La distribution de l'eau aux bornes d'irrigation, fonctionnant sous pression et à la demande, encouragerait l'utilisation de méthodes d'irrigation modernes (irrigation par aspersion ou localisée).

V.1 Les techniques d'irrigation

V.1.1 IRRIGATION DE SURFACE

Les irrigations de surface recouvrent l'ensemble des techniques d'irrigation où l'eau disponible en tête de parcelle est répartie sur le terrain à irriguer par un écoulement gravitaire de surface, ne nécessitant aucun aménagement adéquat du sol.

On classe généralement les différentes techniques d'irrigation de surface en trois groupes principaux (**Ollier & Poirée, 1981**): irrigations par submersion, irrigations par ruissellement, irrigations par rigoles d'infiltration.

V.1.1.1 Irrigation par bassin (Submersion)

Cette méthode consiste à introduire la dose d'arrosage à l'intérieur de planches horizontales bordées par des diguettes et formant bassin de submersion.

L'eau est amenée aux bassins par un canal arroseur situé entre deux séries de bassins adjacents.. La culture du riz qui nécessite des volumes d'eau importants est un des exemples de ce type d'irrigation.

V.1.1.2 Irrigation par planches

L'irrigation à la planche, s'effectue par ruissellement d'une lame d'eau sur une planche (terrain en pente parfaitement nivelée) délimitée par deux diguettes longitudinales ou levées. L'eau est déversée à la partie supérieure de la planche constituant le petit côté d'un rectangle.

Irrigation à la raie

Avec l'irrigation à la raie, l'eau ne ruisselle que sur une faible partie de la surface du sol dans des raies ou sillons préalablement aménagés et qui constituent des rigoles d'infiltration.

L'irrigation par ruissellement et infiltration présentent plusieurs inconvénients :

- ❖ Elle nécessite un aménagement préalable du terrain.

- ❖ Le volume d'eau utilisé est important.
- ❖ Pertes d'eau considérable.
- ❖ Elle nécessite beaucoup de mains d'oeuvre, la durée de l'arrosage est plus longue.

V.1.2 IRRIGATION PAR ASPERSION

L'irrigation par aspersion est la technique d'arrosage par laquelle l'eau est fournie aux plantes sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression.

Ces appareils rotatifs pulvérisent l'eau en fines gouttelettes et doivent assurer une répartition aussi uniforme que possible de pluie sur la surface du sol.

➤ **Avantages de l'irrigation par aspersion**

- ❖ Elle ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface d'irrigation.
- ❖ Elle provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie.
- ❖ Elle permet un dosage précis et une répartition régulière de la quantité d'eau distribuée.
- ❖ Elle met à la disposition des exploitations des conditions d'arrosage très souples.

➤ **Inconvénients de l'irrigation par aspersion**

- ❖ Elle nécessite au départ, pour chaque irrigant une dépense importante de premier établissement et qu'elle exige souvent une nombreuse main d'oeuvre d'explication.
- ❖ Elle favorise l'évaporation qui est d'autant plus intense que les gouttelettes sont plus fines et l'aire plus sec.
- ❖ Elle favorise le développement des mauvaises herbes.
- ❖ L'eau distribuée peut provoquer une croûte superficielle dans le cas de sols lourds.

V.1.2.1 Les différents types d'installation par aspersion

A. Les équipements classiques : Les équipements classiques sont ceux qui mettent en jeu des arroseurs à basse et moyenne pression (2 à 4 bras), implantés selon des écartements inférieurs ou égaux à 24 m.

Il y a deux types d'équipements classiques :

- Equipements avec rampes rigides.
- Equipements avec rampes souples et asperseurs sur traineau.

B. DIFFERENTES INSTALLATIONS A LA PARCELLE

En pratique, deux solutions extrêmes peuvent être envisagées :

- L'installation totalement fixée.
- l'installation totalement mobile.

Dans l'installation fixée, l'ensemble des équipements (pompe, canalisation, asperseur) sont fixés de façon permanente, ce qui limite une main d'oeuvre, mais occasionne des investissements très élevés.

- **Couverture totale (quadrillage total)**

Ce dispositif est le plus utilisé, au lieu d'avoir une seule rampe on couvre toute la superficie à arroser par toute la tuyauterie, celle-ci reste en place durant toute la saison d'arrosage. Dans ce cas, seuls les asperseurs doivent être déplacés et chaque rampe comporte un asperseur et forme une rampe fictive, ce qui permet de réduire le diamètre de la rampe.

- **Couverture intégrale**

La parcelle à arroser est entièrement couverte par des tuyaux et des arroseurs à poste fixé, l'arrosage est commandé par l'ouverture et la fermeture d'une vanne soit manuellement soit automatiquement par commande hydraulique ou électrique.

V.1.3 Irrigation localisée (goutte à goutte)

L'irrigation localisée est une expression qui caractérise un certain nombre de techniques nouvelles en particulier et principalement l'irrigation dite « goutte à goutte » qui ont en commun les caractéristiques suivantes (**Ollier & Poirée, 1981**):

- Une alimentation en eau à proximité immédiate du système racinaire des plantes cultivées
- L'utilisation souvent répétée à la limite continue de faibles débits instantanés.
- La limitation de la surface humectée du sol à ce qui semble strictement nécessaire, à l'exclusion de la portion du sol qui ne porte pas de plantes.

V.1.3.1 Composantes d'une installation d'un réseau goutte à goutte

Une installation d'un réseau goutte à goutte requiert de l'amont vers l'aval les éléments suivants :

- a) un point de fourniture d'eau (sous pression : pompage, borne de réseau, château d'eau, etc.).
- b) l'unité ou la station de tête comprend les différents appareils pour garantir le bon fonctionnement et la sécurité du réseau. Elle permet de réguler la pression et le débit, de filtrer l'eau et d'y introduire des éléments fertilisants, comporte les appareils suivants :
 - 1) Compteur, clapet anti-retour
 - 2) régulateur de pression (manomètre), Vanne, Débitmètre : pour contrôler le débit et le régler en fonction du bassin.
 - 3) Organe de Filtration : la filtration de l'eau est une fonction essentielle de la station de l'eau, ceci pour éviter un colmatage des goutteurs.

V.1.3.2 Avantages de l'irrigation localisée

A. Efficience de l'eau :

Peu de pertes par évaporation, puisqu'il n'y a pas de trajectoire aérienne des gouttes d'eau, que le feuillage n'est pas humidifié inutilement, qu'une partie de la surface du sol reste sèche, que

la croissance des mauvaises herbes est très limitée et n'entraîne donc pas une consommation parasite (Rieul, 1992), il n'y a pas de ruissellement, pas de débordement sur les parcelles voisines.

B. Avantages agronomiques :

- L'humidité du sol au voisinage des racines reste constamment élevée sans empêcher une bonne aération du sol.
- La fertilisation par des engrais incorporés à l'eau d'arrosage est aisée.
- L'atmosphère au voisinage des plantes n'est pas saturée d'humidité comme dans l'aspersion.
- les mauvaises herbes se développent peu.
- Les activités culturales ne sont pas gênées par les arrosages

C. Avantages économiques

Le prix de revient est très influencé par l'espacement des lignes, le prix de revient est nettement moins élevé que celui d'autres réseaux fixes, comme l'aspersion. En ce qui concerne le coût d'exploitation, il est peu élevé, de plus la faible pression.

V.1.3.3 Inconvénient de l'irrigation localisée

A. L'obstruction des goutteurs :

Des particules de sable, des dépôts lents d'argile ou de limons, des précipitations chimiques, le développement de micro-organismes sont les plus souvent rencontrés et favorisent l'obstruction des orifices des goutteurs. Il est à noter que l'entretien et l'élimination des goutteurs obstrués sont longs et onéreux. Le meilleur moyen de prévenir ces obstructions est un procédé par de filtration soignée de l'eau.

B. Accumulation de sels :

Pendant la période d'irrigation les sels sont peu refoulés à la périphérie du bulbe humide, plus spécialement près de la surface du sol.

V.1.4 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.

V.1.4.1 Les contraintes naturelles

- ✓ **L'évaporation :** Notre zone d'étude est caractérisée par une évaporation élevée durant l'été, ce qui provoque une perte d'eau importante avec une évaporation annuelle de 1123 mm
- ✓ **Le vent :** C'est le facteur déterminant dans le choix de technique d'irrigations, notre zone d'étude est caractérisée par des vitesses moyennes (3.03 m/s au moyen).
- ✓ **V.3.1.3. Le sol :** Les sols de périmètre de Zit Emba présentent une texture limoneuse, la perméabilité est moyenne à bonne, d'où l'irrigation de surface doit être prudente afin d'éviter l'asphyxie des plantes, dans ce cas l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée ont des avantages du fait qu'on peut donner des faibles doses.

V.3.2. Les contraintes techniques

- Qualification de main d'œuvre ainsi que l'entretien du matériel.

V.1.4.2 Les contraintes agronomiques

Les types des cultures envisagées dans notre périmètre sont constitués de cultures fourragère, céréale, maraîchage, et arboriculture, pour des raisons d'économie d'eau essentiellement on retient l'irrigation par aspersion pour les cultures fourragères et maraîchages, et l'irrigation localisée pour les l'arboriculture (olivier). 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 se résume dans le **tableau V.1**

Tableau V. 1: Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage.

x: inadéquat ou déconseillé ; +: Adapté avec réserve;+ + : Adapté ;+++ : Très Adapté

Contraintes	Irrigation par Rigole	Irrigation par Aspersion	Irrigation Localisée
Evaporation	+	++	++
Vent (1.9 m/s)	+++	++	+++
Texture (argil-limoneuse)	++	++	+++
Perméabilité (bonne)	++	+++	+++
Pente	++	++	+++
Qualité d'eau (moyenne)	++	++	++
- Maraîchage	+++	+++	+++
- Céréales	x	+++	x
- Arbres	+++	x	+++
Contraintes économiques			
▪ économie d'eau	x	++	+++

V.2 Conclusion :

Après l'évaluation des avantages et les inconvénients de chaque méthode, on a pu sélectionner la technique d'irrigation qui s'adapte le mieux aux conditions locales de notre zone d'étude. Donc on opte pour le choix des deux systèmes d'irrigation : irrigation localisée et l'irrigation par aspersion.

VI. Dimensionnement à la parcelle :

Introduction :

Dans le but d'économiser les eaux et assurer la dose exigée pour les cultures, on opte dans ce présent chapitre de choisir la technique d'irrigation qui convient la parcelle et assurer les besoins via un réseau et des équipements bien dimensionnés, en tenant compte la pression, la pente et le type de la culture.

On mènera deux techniques d'irrigation à garnir deux parcelles différentes, l'une avec l'aspersion (ilots N° 07, parcelle N° 01 avec une surface de 2.96 ha) et l'autre avec l'irrigation localisée (ilot N° 00, parcelle N° 00 avec 00ha de surface).

VI.1 Dimensionnement du réseau d'aspersion :

Avec l'aspersion, l'eau d'irrigation est amenée aux plantes sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression. Présentons sommairement le principe de la mise en œuvre de l'irrigation à la parcelle dans le cadre d'un équipement classique. À partir de la prise d'irrigation, l'agriculteur dispose d'une canalisation d'approche (conduite tertiaire) alimentant les portes rampes qui alimentent à leurs tours les rampes sur lesquelles sont montés les asperseurs. Le dimensionnement des ouvrages cités, nécessite au préalable de quantifier certains paramètres nécessaires à la mise en œuvre de cette technique, tels que le choix de la culture et les caractéristiques de la parcelle choisie.

VI.1.1 Données générales :

- ❖ **Choix de la culture :** la totalité des canalisations et des asperseurs sont mis en place sur la parcelle, durant toute la campagne d'irrigation. On a choisi l'irrigation de la pomme de terre.
- ❖ **Choix des parcelles et d'ilot :** la parcelle choisie pour l'arrosage par aspersion est dans l'ilot 07 qui présente une superficie de 2.96 ha et qui dispose d'une pression de 3.71 bars.

Surface : 2.96 ha

Longueur : 143 m

Largeur : 206 m

Temps de travail : 20 heures par jour, et 26 jours par mois

Besoins en de pointe : 157.95mm/mois le plus exigeant.

Perméabilité du sol : le sol est de type limono- argileux avec une perméabilité estimée à:

$K=7.2$ mm/h.

Dose pratique :RFU : elle est calculée comme suit :

$$RFU = Y *(H_{cc} - H_{pf})*Da*Z$$

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

Da: densité apparente : égale à 1.35

Z: profondeur d'enracinement mm (100cm)

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

Hpf : humidité au point de flétrissement (15%).

RFU= 108 mm

VI.1.2 Dimensionnement théorique :

❖ Calcul du diamètre de l'ajutage

$$P = \frac{1.5 \cdot d}{1.04} \quad \dots(\text{VI. 14})$$

$$\text{D'où : } d = \frac{7.2 \cdot 1,04}{1,5} = 4,992 \text{ m m}$$

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

Avec 5 mm la virification de $P > 7.2$. on garde 4.8mm

❖ Calcul de la portée du jet (L)

La portée du jet est la distance de l'appareil au point du rayon arrosé, permet de définir la surface circulaire arrosée par l'appareil, se calcule par l'équation suivante :

$$L = 3 \cdot d^{0,5} \cdot h^{0,25} \quad \dots(\text{VI. 15})$$

Avec : d : le diamètre de la buse (mm)

h : pression à la buse (m), dans notre cas $P = 3$ bars, hauteur d'eau = 30m.

$$L = 3 \cdot (4,80)^{0,5} \cdot 30^{0,25} = 15.38m$$

Théoriquement, cette formule est valable, mais demande encore plus de précisions en fonction du diamètre choisi et recommandé par le fournisseur. D'après le catalogue (**annexe 4**), pour le diamètre de la buse de 4,80mm à une pression minimale de 3 bars, la portée calculée est de 16,0m.

❖ 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 : 1,25L (vent faible) à 1,02 L (vent fort).
- E_a entre les arroseurs sur la rampe : 0,8 L (vent faible) à 0,5 L (vent fort).

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

Notre zone d'étude présente des vitesses moyenne de vents de l'ordre de 3.03 m/s=10.9 Km/h, donc on prend les valeurs suivantes :

$$E_l = 1,25 \cdot 16 = 20m$$

$$E_a = 0,8 \cdot 16 = 12.8m$$

Les valeurs normalisées des écartements sont comme suit :

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

La surface mouillée (m^2) = 216 m^2 .

❖ Débit de l'asperseur

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

$$q = 0,95 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h}.$$

$$q = 0,95 \cdot \frac{3,14 \cdot (4,8 \cdot 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 30} = 0.00042m^3/s \quad \dots(VI. 16)$$

$$q = 1.5m^3/h$$

Avec q débit de l'asperseur (m^3/s).

❖ Vérification de la pluviométrie de la buse

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

$$p = \frac{q}{E_l \cdot E_a} \quad \dots(VI. 17)$$

q : est le débit de l'asperseur choisi, $q=4.2 \cdot 10^{-4} m^3/s = 1.5 m^3/h$

$$D'o\grave{u} \quad p = \frac{1,50}{18 \cdot 12} = 6,9 \text{ mm/h}$$

Donc le diamètre de la buse choisi assurera une pluviométrie $P \leq K = 7.2 \text{ mm/h}$.

❖ **Calcul du tour d'eau :**

La durée du tour d'eau correspond à la durée nécessaire à l'arrosage de l'ensemble des parcelles.

$$T_{eau} = \frac{Dose_{RFU} \cdot N_J}{B_{mp}} \quad \dots(VI. 18)$$

$$T_{eau} = (108 \cdot 26) / 157.95 = 17.77 \text{ jours.}$$

On prend un tour d'eau de 15 jours.

Donc on irrigue 2 fois par mois.

❖ **La dose réelle :**

Efficiencce d'irrigation = **0.75**

Besoin journalier = $159.95/30 = 5.265 \text{ mm}$

La nouvelle dose réelle = $15 \times 5.265 = 78.975 \text{ mm}$

❖ **Calcul de la dose brute :**

$$D_b = \text{La dose réelle} / 0,75 = 78.975 / 0.75 = 105.3 \text{ mm}$$

❖ **Temps d'arrosage :**

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

$$T = \frac{\text{dose_brute}}{\text{pluviometrie}} = 105.3 / 7.2 = 14.625 \text{ h}$$

$$T = 15 \text{ h avec une dose brute de de } 105.3 \text{ mm}$$

Donc on pourra adapter une position par jour pour un asperseur.

❖ **Calcul du débit d'équipement (Qeq) :**

$$Q_{eq} = \frac{S \text{ (ha)} \cdot B \text{ (mm)} \cdot 10}{T \cdot n \cdot N_j} = \frac{2.96 \cdot 157.95 \cdot 10}{15 \cdot 1 \cdot 26} = 12 \text{ m}^3/\text{h.}$$

❖ **Calcul de l'unité d'arrosage (SU) :** La surface unitaire arrosée : $S_u = \frac{S}{T \cdot n} = \frac{2.96}{15 \cdot 1}$

$$=0.197 \text{ ha} =0.2 \text{ ha.}$$

❖ **Nombre d'asperseur requis (Nasp) :**

$$N_{asp} = \frac{SU.10000}{El.Ea} = \frac{0.2.10000}{18.12} = 9.26 \text{ asp}$$

❖ **Calcul du volume fourni par un asperseur par mois**

V= nbr de position par jour . nbr jrs d'irrigation par mois . Dose . Ea . El

$$V = (1 \cdot 26 \cdot 105,3 \cdot 12 \cdot 18)/1000 = 591.4 \text{ m}^3$$

VI.1.3 Dimensionnement hydraulique des rampes :

❖ **Longueur de la rampe**

$$L = \text{largeur de terrain} / 2 - Ea/2 = 206/2 - 12/2 = 97 \text{ m}$$

❖ **Nbre asperseur/rampe (N) :**

$$N = \text{largeur}/Ea = Lr/Ea = 97/12 + 1 = \mathbf{9 \text{ asperseurs.}}$$

❖ **Nombre de rampes(Nr) :**

$$N_r = N_{asp} / (\text{nbr asp/ rampe}) = 1 \text{ rampe.}$$

On travaille avec une rampe.

❖ **Calcul du débit de la rampe(Qr) :**

Qr = le débit de l'asperseur × le nombre d'asperseur/ rampe.

$$\text{Le débit de la rampe : } Q_r = 1,50 * 9 = 13.5 \text{ m}^3/\text{h} = 0.003751 \text{ m}^3/\text{s} = 3.75 \text{ l/s}$$

Nombre de position des rampes : Lr : longueur du terrain , El : espacement entre les rampes.

$$N_r = \frac{L_r}{L} = \frac{206}{18} = \mathbf{11}$$

Le nombre de poste égale à 11 postes.

❖ **Calcul du Diamètre de la rampe**

$$\text{Diamètre de la rampe : } D_R = \sqrt{\frac{4Q_R}{\pi.V}}$$

Avec V : vitesse de l'écoulement à travers la rampe

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

On suppose que $V = 1.5 \text{ m/s}$ et on calcule D_R

$$D_R = \sqrt{\frac{4.3.75.10^{-3}}{1.5.\pi}} = 0.00318 = 0.0564\text{m} = 56.4\text{mm}.$$

Les conduites en PEHD disponibles sur le marché ont les diamètres suivants:

50 ; 63 ; 75 ; 90 ; 110 ; 125 ; 160 et 200mm.

Le diamètre normalisé ($D_R = 90 \text{ mm}$).

La nouvelle vitesse sera :

$$v = \frac{4.Q}{\pi.d^2} = \mathbf{0.6 \text{ m/s}}$$

❖ Dimensionnement de la porte-rampe

La longueur de la porte-rampe est calculée par :

$$L_{pr} = 206 - 18/2 = \text{avec 11 rampes on aura 180 m}$$

On recalcule avec le porte-rampe

$$Q_{p_rampe} = Q_{asp} \cdot n_{asp}/rampe \cdot N_{rampe} = 1.5 \cdot 9 \cdot 1 \quad Q = 0.00375 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

On suppose que $V = 1.5 \text{ m/s}$ et on calcule D_R

$$D_{pr} = \sqrt{\frac{3.75.10^{-3}}{1.5.\pi}} = 0.0282\text{m} = 28.2 \text{ mm}$$

Si on prend le diamètre normalisé ($D_{pr} = 50, 63 \text{ ou } 75 \text{ mm}$), les pertes de charges vont dépasser les normes de Christiansen (4.13).

On prend donc un diamètre de la porte rampe de 110 mm.

La nouvelle vitesse sera :

$$v = \frac{4.Q}{\pi.d^2} = \mathbf{0.6 \text{ m/s}} \text{ Ce qui est conforme.}$$

❖ Calcul des pertes de charge :

L'expression générale des pertes de charges linéaire dans les conduites est calculée généralement par une formule de type Hazen Williams :

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_H} \right)^{1.852} \frac{Q^{1.852}}{D^{4.87}}$$

ΔH = Perte de charge unitaires (m/m)

Q : Débit de la conduite en m³/s

C_H : coefficient équivalent à 140.

Pour la rampe on a : L=97 m, D= 0.09 m, Q= 0.00375 m³/s

$\Delta H_{rampe} = 0.44$ m .

Pour la porte rampe on a : L=180m, D=0.11m, Q=0.00375m³/s

$\Delta H_{porte-rampe} = 0.65$ m.

Les pertes de charges totales pour les rampes sont de 0.75 m et 0.42m pour la porte rampe.

Donc :

$\Delta H_t = 0.48 + 0.59 = 1.07$ m de perte de charge, la règle de Christiansen est donc respectée.

VI.1.4 Calcul de la pression en tête du réseau

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

$$H = H_1 + H_2 + H_3$$

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)

$H = 30 + 1.07 + 0 = 31.07$ m.

P=3,11 bar, ce qui est largement suffisant vu la pression aux bornes qui est de 3.7 bars.

VI.2 Dimensionnement du réseau goutte à goutte :

VI.2.1 Données générales :

Le réseau d'irrigation sera installé sur la parcelle N° 02 dans l'ilot N° 25 ; alimentée par la borne **BG25** et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 4.25 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 4.52 ha.

Culture : Olivier : Besoin de pointe : 142mm (Juillet)

Organisation du réseau : Avec un écartement de 4*4m, et un espacement des goutteurs 2 m,

- Surface : **1.3** ha.
- Longueur : 120m.
- Largeur : **64**m.

Caractéristique du goutteur

- Débit nominal : 4 l/h
- Pression nominale : 10 m.c.e
- Espacement des goutteurs : 2 m
- Le nombre de goutteurs par arbre : 2

VI.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 ($C_s = 60\%$) pour les plantes adultes. K_r peut être calculé par diverses formules proposées ci-après

- KELLER et KARMELI (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0.85} \quad \dots(VI. 19)$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s) \quad \dots(VI. 20)$$

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$Kr = 0.1 + Cs \dots(VI. 21)$$

Pour notre cas on considère un taux de couverture égale à 60% (pour les arbres adultes) donc :

$$Kr = 0.80 \text{ selon Freeman et Garzoli}$$

$$Kr = 0.70 \text{ selon Decroix (CTGREF)}$$

On prendra un coefficient $Kr = 0.80$

$$B_{ji} = B_j * K_r \dots(VI. 22)$$

$$B_j = ETM_c = 4.73 * 0.8 = 3.79 \text{ mm/j}$$

a) 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 systèmes (gravitaire ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur h :

La dose (RFU) étant définie par la hauteur d'eau P :

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot Z \cdot P\% = RFU * P\%$$

Tel que : H_{cc} : (27%), H_{pf} : (15%) ; Y : (2/3) ; Z : profondeur des racines (1500 mm)

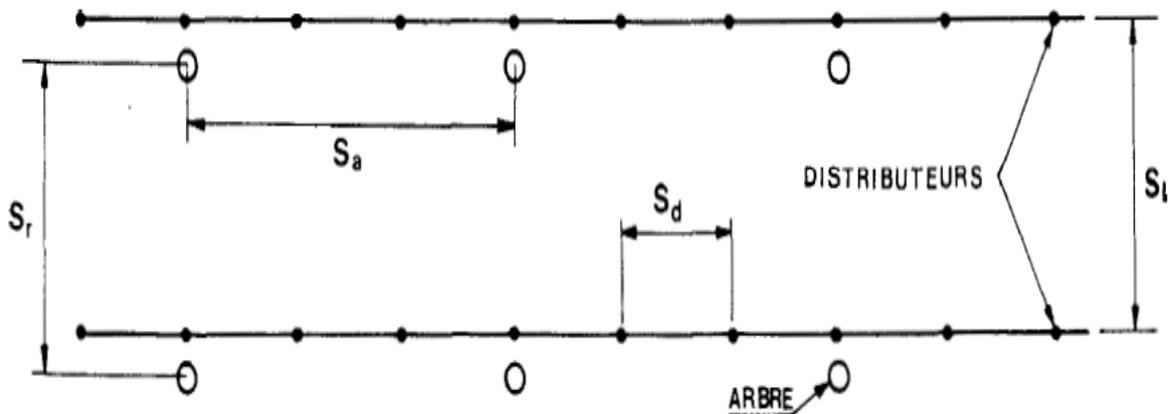


Figure VI. 1 : Dispositifs d'installation des goutteurs sur la rampe.

P : Pourcentage du sol humidifié

$$P\% = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r} \quad \dots(VI. 23)$$

P : Volume du sol humidifié

N : Nombre de point (goutteurs) de distribution par arbre =2

S_{pd} : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre = 2

S_h : Largeur de la bande humidifiée = 1m (arbres)

S_r : Ecartement entre rangs d'arbre

S_a : espacement des arbres sur les rangs

$$P\% = \frac{2 \cdot 2 \cdot 1}{4 \cdot 4} = 25\%$$

$$D_n = (27-15) / 100 \times 1500 \times 2/3 \times 1.35 \times 0.25 = \quad \mathbf{Dn=40.5 \text{ mm.}}$$

➤ Fréquence des arrosages (Fr_jours)

La fréquence d'arrosage est donnée par la formule suivante :

$$Tr = \frac{\text{Dose nette}}{ETMc} = \frac{40.5}{3.79} = \mathbf{10.68 \text{ jours}} \quad \dots(VI. 24)$$

Donc on prend Tr = **11 jours**.

➤ Calcul de la dose réelle

On recalcule la nouvelle dose réelle (dose brute):

$$D_{brute} = 3.79 \cdot 10 / (Ef \cdot Cu)$$

Cu : coefficient d'uniformité Cu=90%

Eff : efficacité du réseau d'irrigation Eff=90%

$$D_{brute} = \frac{Dr}{Cu \cdot eff} = \frac{3.68 \times 17}{0.9 \cdot 0.9} = \mathbf{51.47 \text{ mm}} \quad \dots(VI. 25)$$

Avec : Dr=Bj*Fr

➤ Durée de fonctionnement par d'arrosage (h)

$$\theta = \frac{D_{br} \cdot S_d \cdot S_r}{n \cdot q_g} \quad \dots(VI. 26)$$

Sr et Sd espacement entre rang et distributeur, n et Qg nombre et débit du goutteur.

$$\theta = \frac{51.47 * 2 * 4}{2 * 4} = 51.47 \text{ heures} \approx 51 \text{ heures}$$

➤ **Durée d'arrosage journalier**

$$D_j = \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr} = \frac{51}{11} = 4.64 \text{ heures/jour}$$

➤ **Nombre de poste**

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{20}{4.64} = 3.01 \dots (\text{VI. 27})$$

On prend 3 postes.

➤ **Surface du poste**

$$Sp = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} = \frac{1.3}{3} = 0.43 \text{ ha} \dots (\text{VI. 28})$$

VI.2.3 Calculs hydrauliques

La variation maximale du débit entre goutteur ne doit pas dépasser 10% selon la règle de Christiansen :

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% (\text{V.5})$$

La variation maximale de la pression

$q = K.H^x$ avec $x=0.5$ (caractéristique du goutteur)

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = x \frac{\Delta H}{H(n)} \dots (\text{VI. 29})$$

Avec : $q(g)$: débit nominal du goutteur

$H(n)$ pression nominal $x=0.5$ pour les goutteurs (circuit court) et $H(n) = 10$ mce (1 bar)

$$0.1 = 0.5 \frac{\Delta H(\text{max.})}{10}$$

$\Delta H(\text{max.}) = 1/0.5 = 2$ mce.

Donc selon la règle de Christiansen 10% ΔH singulières = 0.2 m

Le reste $1.8 \Delta H$ linéaire = 1.8 m

Donc pour les rampes $2/3. 1.8 = 1.2$ m

Pour le porte rampe = $1/3. 1.8 = 0.6$ m

VI.2.4 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.

➤ Les rampes

Qui sont toujours en PEBD (polyéthylène basse densité), à l'exception de quelques installations ou l'on a utilisé du PVC rigide de petit diamètre.

➤ Porte-lampes

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).

Le diamètre de rampes ainsi que des portes rampes est calculé d'après les formules suivantes :

$$\varnothing r(cal) = \left[\frac{P.d.c(r)*2.75}{0.478*Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \quad \dots(VI. 30)$$

$$\varnothing pr(cal) = \left[\frac{P.d.c(pr)*2.75}{0.478*Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \quad \dots(VI. 31)$$

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
- $\varnothing r$ (cal) : le diamètre de rampes
- $\varnothing pr$ (cal) : le diamètre de porte rampe

1. Pour les rampes : L= 64 m

- . Qr : Débit de rampe.
- . Qg: Débit du goutteur
- . Ng/r : Nombre des goutteurs par rampe

. Nr : Nombre des rampes

Qpr: Débit de porte rampe

Le nombre d'arbres par rampe

N arbres = $L_r/E_a=64/4=16 \Rightarrow 16$ arbres

Nombre des goutteurs par rampe

$N=N_{\text{arbres}}*n=16*2=32$ goutteurs

Débit de la rampe

$Q_r=N_g*Q_g \quad Q_r=4*32=128$ l/h

$$\phi r(\text{cal}) = \left[\frac{P.d.c(r)*2.75}{0.478*Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} = 10.1\text{mm}$$

$D_{\text{rampe}}=10.87$ mm, on prend DN =**16 mm**

(Pour vérifier la perte de charge car le DN12 donne $\Delta H = 3.18\text{m}$)

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 $D = 12$ mm

Perte de charge selon hazen-williams

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} \cdot \frac{L}{D^{4.87}} \cdot Q^{1.852} \dots(\text{VI. 32})$$

Où : L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (m³/s) ; D : diamètre intérieur de la canalisation (m) ;

$C_w=130$ PEBD,

$\Delta H_{\text{rampe}}=0.76$ m < 1.2m

2- Pour le porte rampe : L=120

Le nombre des rampes

$N_r=L_{pr}/E_r=120/4=30$ rampes.

Débit du porte rampe

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 128 * 30 = 3840 \text{ l/h}$$

Nombre de porte rampe

$$N_{pr} = 1 \text{ (1 seul porte rampe)}$$

3. Pour la conduite tertiaire

$$Q_{csl} = Q_{pr} * N_{pr} = 3840 * 1 = 3840 \text{ l/h} = 0.00107 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\phi_{pr(cal)} = \left[\frac{P.d.c(pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} = 44.29 \text{ mm}$$

Donc on prend $\phi_{pr} = 65 \text{ mm}$

Tableau VI. 1: Calcul de diamètre de la rampe.

Culture	Surface (m ²)	Lr (m)	Ng	Qr (l/h)	ΔH_r (m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	ΔH_{cal} (m)
Olivier	13000	64	32	128	1.2	10.1	16	0.19	0.24 < 1.2

Tableau VI. 2 : Calcul de diamètre de la porte rampe.

Culture	Surface m ²	Lpr (m)	N Rampe	Qpr (l/h)	$\Delta H_{p.r}$ (m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	hcal(m)
Olivier	13000	120	30	3840	0.6	44.29	63	0.51	0.59 < 0.6

On remarque que le choix des diamètres normalisés des rampes et porte rompes est fait de telle manière à respecter la limite des pertes de charges totales imposée par la règle de Christiansen.

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 VI. 3 : Calcul de diamètre des conduites tertiaires.

Culture	Surface m ²	L(m)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Olivier	13000	6	0.00086	1.05	35.97	50	0.43	0.046

Calcul de la pression d'eau à la borne de distribution

Les pertes de charge de la borne jusqu'au goutteur le plus défavorable :

Tableau VI. 4 : Récapitulatif des calculs hydrauliques.

Conduites	La rampe	Porte rampe
Longueur(m)	64	120
Diamètre(m)	16	63
Débit (m ³ /s)	0.0000036	0.00107
Pertes de charge(m)	0.24	0.59

A partir du tableau on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne d'irrigation jusqu'au goutteur le plus défavorable ;

Donc la pression demandée à la borne égale à la pression nominale plus la somme des pertes de charges.

$$P(m) = 10 + 0.24 + 0.59 + 0.046 = 10.97m = 10.88 m.$$

VI.3 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons procédé au dimensionnement de deux systèmes d'irrigation : par **aspersion** et **goutte à goutte**.

Ces systèmes d'irrigation sont modernes, pratiques et plus économiques. A la fin du dimensionnement on a confirmé que le choix des techniques d'irrigation révèle d'une grande importance dans l'aménagement d'un périmètre, vu qu'il joue un rôle capital dans le rendement des cultures

VII. Aspect technico économique :

Introduction :

L'aspect technico-économique est une phase primordiale dans l'étude, car elle nous permet d'avoir un devis approximatif de projet d'irrigation projeté en détaillant les quantités des matériaux, les opérations, les différents travaux... d'où on saura les moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions et dans les plus brefs délais.

Aussi, ce présent chapitre consiste à mettre ce projet sur la balance économique, pour voir la possibilité d'amortir les investissements et de prédire les biens qui doivent être revenus.

Pour notre projet nous avons les travaux suivants :

- A. Réseau d'adduction et de distribution.
- B. Réservoir.
- C. Station et système de pompage.

VII.1 Conduite d'adduction et réseau de distribution :

VII.1.1 Divers travaux pour la mise en place de la conduite :

✓ Exécution des tranchées (terrassement) :

L'ensemble des terrassements (déblais) qui consiste à faire des excavations, par une pelle hydraulique, et les déblais seront posés à côté de la tranchée, l'autre côté étant réservé au bardage des conduites.

✓ Pose du lit de sable

Un lit de sable de 10 cm sera posé au fond de la tranchée,

✓ Pose des conduites

Avant la descente des conduites dans la fouille, on procède à un triage des conduites de façon à écarter celles qui ont subi des chocs, et on les descend lentement à l'aide d'un engin de levage, dans le fond de la fouille. Au cours de pose, on vérifie régulièrement l'alignement des tuyaux pour ne pas avoir de difficultés au raccordement des conduites.

✓ Epreuve de joint et de la canalisation

L'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement, on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste à refouler l'eau à une pression de 1.8 fois la pression que subira la conduite au service durant 30 minutes.

✓ Remblayage des tranchées

Avant de remblayer la conduite, on doit poser un filet en plastique de couleur bleue pour savoir qu'une conduite d'eau est au-dessous de cette dernière.

✓ Nivellement et compactage

Après remblayage, on étale les terres qui sont en monticule, ensuite au compactage pour augmenter la densité des terres et éviter le tassement.

VII.1.2 Quantification des travaux pour les conduites d'adduction et de distribution :

❖ Volume des terrassements :

➤ **Largeur du fond de la tranchée :**

La largeur de la tranchée sera calculée en fonction du diamètre de la conduite on laisse 30 cm d'espace de chaque côté de la conduite.

La largeur d'ouverture de la tranchée est obtenue par la formule :

$$B = d + 0.6 \text{ (m)} \dots(\text{VII 1})$$

Avec : B : largeur de la tranchée (m) ; d : diamètre de la conduite (m)

➤ **profondeur de la tranchée :**

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

$$H_{tr} = e + d + h \text{ (m)} \dots(\text{VII 2})$$

Avec : H_{tr} : Profondeur de tranchée(m), e : hauteur du lit(m),

d : diamètre de la conduite(m), h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite.

➤ **Section de la tranchée:**

$$S_{tr} = B \times H_{tr} \dots(\text{VII 3})$$

H_{tr} : Profondeur total de la tranchée (m), B : Largeur du fond de la tranchée (m)

➤ **Volume à excaver :**

Le volume d'excavation est :

$$V_d = S_{tr} \times L = (B \times H_{tr}) \times L \dots(\text{VII 4})$$

V_d : Volume du déblai (m³), S_{tr} : La section de la tranchée (m²).

L : Longueur de la tranchée (m), B : Largeur de la tranchée (m).

H_{tr} : La hauteur de la tranchée (m).

➤ **Calcul du volume du lit de sable :**

Ce lit correspond à une couche de sable de 10cm sur le fond de la tranchée, c'est une surface constante le long de la tranchée, on calcule ce volume en utilisant la formule suivante :

$$V = e \times b \times L \text{ (m}^3\text{)} \dots(\text{VII 5})$$

Figure VII. 1 : Position de la conduite dans une tranchée.

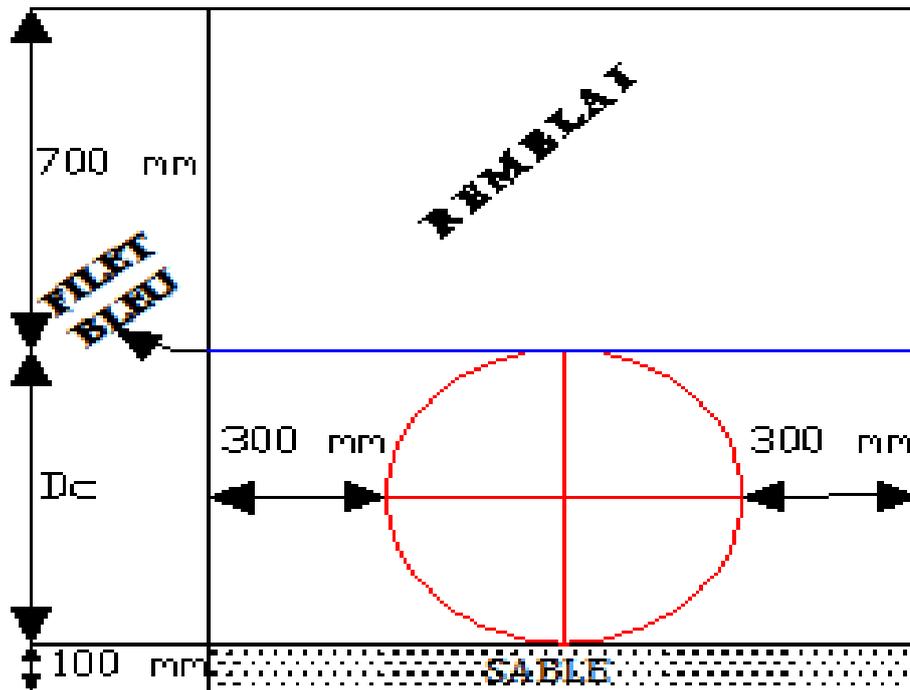


Tableau VII. 1: Calculs des différent volume des terrassement.

ϕ (mm)	L (m)	B (m)	H (m)	S (m ²)	V rem(m ³)	V sab(m ³)
700	2627,96	1,3	1,5	1,95	5124,52	512,45
600	1012,9	1,2	1,4	1,68	1701,67	170,17
500	1185,53	1,1	1,3	1,43	1695,31	169,53
400	690,32	1	1,2	1,2	828,38	82,84
315	769,93	0,915	1,115	1,02023	785,50	78,55
250	2162,42	0,85	1,05	0,8925	1929,96	193,00
200	457,61	0,8	1	0,8	366,09	36,61
160	1087,99	0,76	0,96	0,7296	793,80	79,38
110	54,65	0,71	0,91	0,6461	35,31	3,53
Total	7421,35				8136,02	813,60

VII.1.3 Calcul du volume du remblai :

Ce volume est déduit à partir du volume du déblai, c'est le volume occupé par la conduite et le volume occupé par le lit de sable :

$$V_r = V_d - (V + V_s)$$

V_r : Volume du remblai compacté (m³)

V_d : Volume du déblai (m^3)

V_s : Volume du sable

V : Volume occupé par la conduite (m^3) ; $V = L \times (\frac{\pi D^2}{4})$

L : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

Tableau VII. 2 : Calcul du volume du remblai.

V deblai (m3)	V sable(m)	V conduite	V remblai
5124,52	512,45	1011,36	3600,71
1701,67	170,17	286,391	1245,11
1695,31	169,53	232,778	1293,00
828,38	82,84	86,7482	658,80
785,50	78,55	60,0015	646,95
1929,96	193,00	106,148	1630,82
366,09	36,61	14,3762	315,10
793,80	79,38	21,8753	692,54
35,31	3,53	0,51936	31,26
TOTAL			7322,42

VII.1.4 Estimation des coûts :

Tableau VII. 3 : Montant de la mise en place de la conduite.

Désignation	Unitée	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Déblai	m3	8136,02	35,31	287 277,72
Lit de sable	m3	813,60	3,53	2 872,78
Remblai	m3	7322,42	31,26	228 892,01
Conduite ϕ 700	ml	2627,96	15 200,00	39 944 992,00
Conduite ϕ 600	ml	1012,9	13 300,00	13 471 570,00
Conduite ϕ 500	ml	1185,53	8 398,00	9 956 080,94
Conduite ϕ 400	ml	690,32	5 396,00	3 724 966,72
Conduite ϕ 315	ml	769,93	3 363,00	2 589 274,59
Conduite ϕ 250	ml	2162,42	2 109,00	4 560 543,78
Conduite ϕ 200	ml	457,61	1 358,50	621 663,19
Conduite ϕ 160	ml	1087,99	868,30	944 701,72
Conduite ϕ 110	ml	54,65	416,10	22 739,87
Total				76 332 835,43

VII.2 Estimation du coût du réservoir :

Le réservoir est circulaire avec 18 m de diamètre et 5.5 m de hauteur.

Tableau VII. 4 Estimation des coût du réservoir.

Désignation	Unitée	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Terrassement	m ³	731,13	450,00	329 008,50
Béton de propreté	m ³	62,83	6 000,00	376 980,00
Béton armé	m ³	232,43	35 000,00	8 135 194,08
Etude géotechnique	///	1	500 000,00	500 000,00
Chambre de vanne	///	1	45 000,00	45 000,00
Equipements hydromécaniques	///	1	100 000,00	100 000,00
Total				9 486 182,58

VII.3 Estimation des coûts de la station de pompage :

Tableau VII. 5: Coûts de construction de l'abri de la station.

Description		Qtte	Prix unitaire(DA)	Montant (DA)
Terrasse h		20	2000	40000
Béton	Béton(m3)	95,548	7500	716610
Acier	Acier14(m)	5098,08	/	/
	Acier14(barre)	425	/	/
	Acier14(Q)	61	9000	546222,857
	Acier8(m)	18526,4	/	/
	Acier8(barre)	1544,46667	/	/
	Acier8(Q)	74	8000	588368,254
Maçonnerie	Briques	4826	18	86868
	hourdis	864	45	38880
	poutrelles	151,2	230	34776
	Fiche poteau	28	7000	196000
	Chappe	115,2	1500	172800
	Poteaux	28	6500	182000
	Dalle	115,2	1500	172800
	briquetage	492,48	400	196992
Total (DA)				2972317.11

VII.4 Devis estimatif total du projet :

Désignation	Prix hors tax (DA)	Montant TTC (DA)
Canalisation	76 332 835,43	90 836 074,16
Reservoir	9 486 182,58	11 288 557,28
Station de pompage	2 972 317,11	3 537 057,36
Total	89 497 274,49	105 661 688,80

VII.5 Conclusion :

Dans ce chapitre, on a estimé le devis total du projet ; d'abord on a calculé les montants de différents matériaux et œuvres hors taxes, en suite on a inclut la TVA (17%) pour avoir le tarif à toute taxes comprises (TTC).

Le devis total du projet est de dix millions cinq cent soixante-six mille cent soixante-huit Dinars Algériens. C'est un tarif un peu élevé mais avec possibilité d'amortissement à moyen terme.

Conclusion générale :

La conception des système d'irrigation en Algérie, est devenue aujourd'hui une grande nécessité, surtout avec la crise du manque de l'eau potable, c'est pour cela qu'on ne doit plus irriguer avec de l'eau potable mais avec de l'eau épurée, ou bien irriguer avec des technique plus économique en assurant la dose imposée.

A la fin de ce travail, on peut dire que la conception du réseau d'irrigation du périmètre ZIT-EMBA est la meilleure solution pour faire face aux problèmes hydraulique dans le secteur agricole.

Pour le dimensionnement, on a choisi la variante mixte (gravitaire / pompage) car c'est la variante la plus économique et en plus de ça on assure les besoin du secteur.

Aujourd'hui, beaucoup de facteur impulsifs à enrichir les source d'eau, donc on est obligé non seulement de construire des réseaux d'irrigation mais aussi de savoir comment les gérer pour qu'ils tiennent longtemps.

Donc, pour garantir le bon déroulement de ce réseau, un contrôle générale est obligatoire quotidiennement, ainsi la maintenance et la révision des équipements et le contrôle des pressions.

Enfin, l'irrigation des surfaces importantes nécessitent un personnel qui doit être toujours présent et percevant pour prendre quotidiennement des observations et assurer le bon déroulement des différentes postes d'irrigation, de filtration ou de pompage, d'où ce personnel doit être formé pour savoir le fonctionnement des systèmes, prendre soin des matériaux et de mettre ajour les connaissances dans ce domaine.

Références bibliographiques :

- ❖ **[1] AGRED.A (2014)** : l'irrigation du périmètre de Zit-Emba (zone nord) à partir du Barrage de zit-emba wilaya de skikda ;
- ❖ **[2] TOUABIA, BENINA**. Manuel d'hydrologie ISBN.Blida Algérie. Mars 2004,166p ;
- ❖ **[3] ONID**. Aménagement hydro agricole du périmètre Zit Emba 6416ha wilaya de Skikda ;
- ❖ **AVERS.R.S.WESTEOT D.W**. Qualité de l'eau d'irrigation, bulletin de la FAO n 29 (Rome Italie) ,1983.
- ❖ **DOORRENBOS.J.PRULTE.W.O**. Les besoins en eau des cultures bulletin de la FAO n 24 (Rome Italie), 1981.
- ❖ **FAO**. Irrigation and Drainage Paper no, 2007, Manuel des techniques d'irrigation sous pression.
- ❖ **PHOCAIDES, A**. Manuel des techniques d'irrigation sous pression.FAO : Roma, 2008.
- ❖ **OLLIER.CH ET POIREE.M**. Irrigation : les réseaux d'irrigation, théorie, technique et économie des arrosages. Ed. Eyrolles. Paris 1981,455p.
- ❖ **L.RIEUL**. Guide pratique d'irrigation, édition, CEMAGRF Paris 1992, pp : 219-223.
- ❖ **BROUWER**. Méthodes d'irrigation. 1990, 80p

Annexes :

Annexe 1

Coefficients culturaux (Kc)

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Fin de saison	Récolte	
Banancier tropical	0.4 -0.5	0.7 -0.85	1.0 -1.1	0.9 -1.0	0.75-0.85	0.7 -0.8
subtropical	0.5 -0.65	0.8 -0.9	1.0 -1.2	1.0 -1.15	1.0 -1.15	0.85-0.95
Haricot vert	0.3 -0.4	0.65-0.75	0.95-1.05	0.9 -0.95	0.85-0.95	0.85-0.9
sec	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.25-0.3	0.7 -0.8
Chou	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.9 -1.0	0.8 -0.95	0.7 -0.8
Coton	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.25	0.8 -0.9	0.65-0.7	0.8 -0.9
Raisin	0.35-0.55	0.6 -0.8	0.7 -0.9	0.6 -0.8	0.55-0.7	0.55-0.75
Arachide	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.75-0.85	0.55-0.6	0.75-0.8
Maïs sucré	0.3 -0.5	0.7 -0.9	1.05-1.2	1.0 -1.15	0.95-1.1	0.8 -0.95
grain	0.3 -0.5*	0.7 -0.85*	1.05-1.2*	0.8 -0.95	0.55-0.6*	0.75-0.9*
Oignon sec	0.4 -0.6	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.85-0.9	0.75-0.85	0.8 -0.9
vert	0.4 -0.6	0.6 -0.75	0.95-1.05	0.95-1.05	0.95-1.05	0.65-0.8
Pois, frais	0.4 -0.5	0.7 -0.85	1.05-1.2	1.0 -1.15	0.95-1.1	0.8 -0.95
Poivron, frais	0.3 -0.4	0.6 -0.75	0.95-1.1	0.85-1.0	0.8 -0.9	0.7 -0.8
Pomme de terre	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.85-0.95	0.7 -0.75	0.75-0.9
Riz	1.1 -1.15	1.1 -1.5	1.1 -1.3	0.95-1.05	0.95-1.05	1.05-1.2
Carthame	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.7	0.2 -0.25	0.65-0.7
Sorgho	0.3 -0.4	0.7 -0.75	1.0 -1.15	0.75-0.8	0.5 -0.55	0.75-0.85
Soja	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.0 -1.15	0.7 -0.8	0.4 -0.5	0.75-0.9
Betterave sucrière	0.4 -0.5	0.75-0.85	1.05-1.2	0.9 -1.0	0.6 -0.7	0.8 -0.9
Canne à sucre	0.4 -0.5	0.7 -1.0	1.0 -1.3	0.75-0.8	0.5 -0.6	0.85-1.05
Tourmesol	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.7 -0.8	0.35-0.45	0.75-0.85
Tabac	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.0 -1.2	0.9 -1.0	0.75-0.85	0.85-0.95
Tomate	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.25	0.8 -0.95	0.6 -0.65	0.75-0.9
Pastèque	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.05	0.8 -0.9	0.65-0.75	0.75-0.85
Blé	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.2 -0.25	0.8 -0.9
Luzerne	0.3 -0.4				1.05-1.2	0.85-1.05
Agrumes sarclés						0.65-0.75
sans sarclage						0.85-0.9
Olivier						0.4 -0.6

Premier chiffre: avec forte humidité (HR min > 70%) et vent faible (U < 5 m/s).

Second chiffre: avec faible humidité (HR min < 20%) et vent fort (> 5 m/s).

Annexe 2

Caractéristiques hydriques de quelques sols

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

Annexe 3

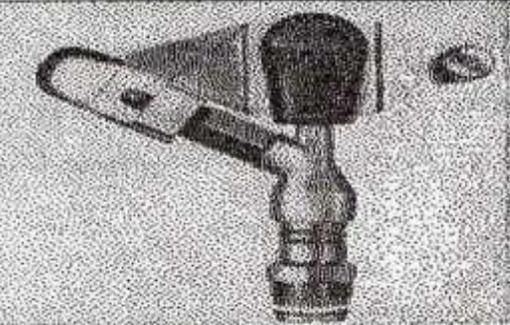
Diamètres des conduites PEHD (Groupe CHIALI)

TABLEAU N° 1 – Diamètre extérieur

Diamètre extérieur nominal d_n (mm)	Diamètre extérieur moyen	
	d_{moy} (mm)	d_{ext} (mm)
16	16,0	16,3
20	20,0	20,3
25	25,0	25,3
32	32,0	32,3
40	40,0	40,4
50	50,0	50,4
63	63,0	63,4
75	75,0	75,5
90	90,0	90,6
110	110,0	110,7
125	125,0	125,8
140	140,0	140,9
160	160,0	161,0
180	180,0	181,1
200	200,0	201,2
225	225,0	226,4
250	250,0	251,5
280	280,0	281,7
315	315,0	316,9
355	355,0	357,2
400	400,0	402,4
450	450,0	452,7
500	500,0	503,0
560	560,0	563,4
630	630,0	633,8
710	710,0	716,4
800	800,0	807,2
900	900,0	908,1
1000	1000,0	1009,0
1200	1200,0	1210,8
1400	1400,0	1412,6
1600	1600,0	1614,4

Annexe 4

Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30



Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30

1 buse
angle de jet 30°
Raccord fileté 1"

dia de la buse Ø mm	pression à la buse bar	portée m	débit m ³ /h	espacement m		surface irriguée m ²		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	3,6	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	3,6
	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	2,18	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)

Annexe 5

Perte de charge Lechapt_Calmom

A/ NOTATIONS - EXPLOITATION DE LA TABLE

Formule utilisée

$$J = L Q^M / D^N$$

où Q est en m³/s ; D en mètre ; J en mm/m
valable pour une eau à 10° centigrades.

1 - K = 2	L = 1,863	M = 2	N = 5,33
2 - K = 1	L = 1,601	M = 1,975	N = 5,25
3 - K = 0,5	L = 1,40	M = 1,96	N = 5,19
4 - K = 0,25	L = 1,160	M = 1,93	N = 5,11
5 - K = 0,1	L = 1,100	M = 1,89	N = 5,01
6 - K = 0,05	L = 1,049	M = 1,86	N = 4,93
7 - K = 0,025	L = 1,01	M = 1,84	N = 4,88
8 - K = 0			

Annexe 6

Modena - Italy

 COMPANY
 WITH QUALITY SYSTEM
 CERTIFIED BY DNV
 ISO 9001
E18S64/2EF + M10200**Caractéristiques requises**

Débit	406 l/s
Hauteur de refoulement	54,2 m
Fluide	Eau, claire
Température	290 K
Type d'installation	Pompes identiques en parallèle
N.be de pompes	2

Caractéristiques de la pompe

Débit	203 l/s
Hauteur de refoulement	54,1 m
Puissance absorbée	141 kW
Rendement	76,3%
Hauteur manométrique H(Q=0)	
Orif. de refoulement	230 mm

Caractéristiques moteur

Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	2900 1/min
Nombre de pôles	2
Puissance nominale P2	150 kW
Courant nominal	288 A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	Y
Degré de protection	IP 68

Limites opérationnelles

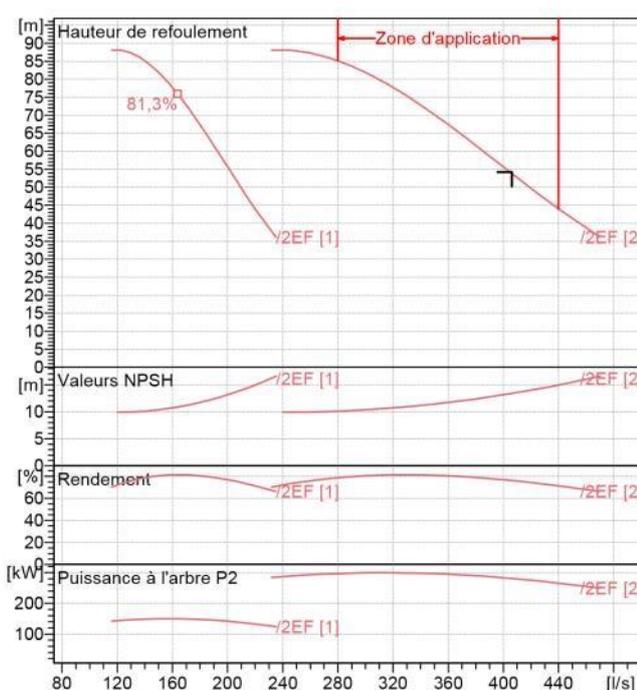
Démarrages / h max.	6
Température maxi. du liquide pompé	
Teneur maximum en matières solides	40 g/m ³
Densité max.	998 kg/m ³
Viscosité maxi.	1 mm ² /s

Caractéristiques générales

Poids	877 kg
-------	--------

Matériaux

CONSTRUCTION POMPE	
Corps du clapet	Fonte
Clapet	Fonte/Caoutchouc
Corps d'aspiration	Fonte sphéroïdale
Corps d'étagé	Fonte
Arbre	Acier inox
Roue	Bronze
Bague d'usure	Fonte
Crépine	Acier inox
Gouttière protection câbles	Acier inox
Accouplement	Acier inox
CONSTRUCTION MOTEUR	
Support supérieur	Fonte
Support inférieur	Fonte
Chemise stator	Acier inox
Arbre	Acier inox
Anneau d'étanchéité	Acier-caoutchouc
Para-sable	Caoutchouc
Bobinage	Cuivre isolé
Butée	Type Michell

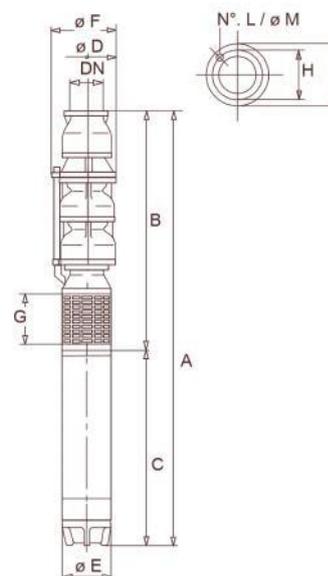
**Caractéristiques de fonctionnement**

UNI/ISO 2548/C

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

Dimensions mm

A = 3390
 B = 1445
 C = 1945
 D = 384
 DN = 230
 E = 242
 F = 445
 G = 262
 H = 293
 I = 326
 L = 8
 M = 20



Notes:

Date 26.06.2019	Page 1	Offre n°	Pos.N°
--------------------	-----------	----------	--------