

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE
-ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME DU PROJET :

DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION DU PERIMETRE REMILA EST (W.KHENCHELA) D'UNE SUPERFICIE DE 200HA A PARTIR DU BARRAGE KOUDIAT MEDAOUAR

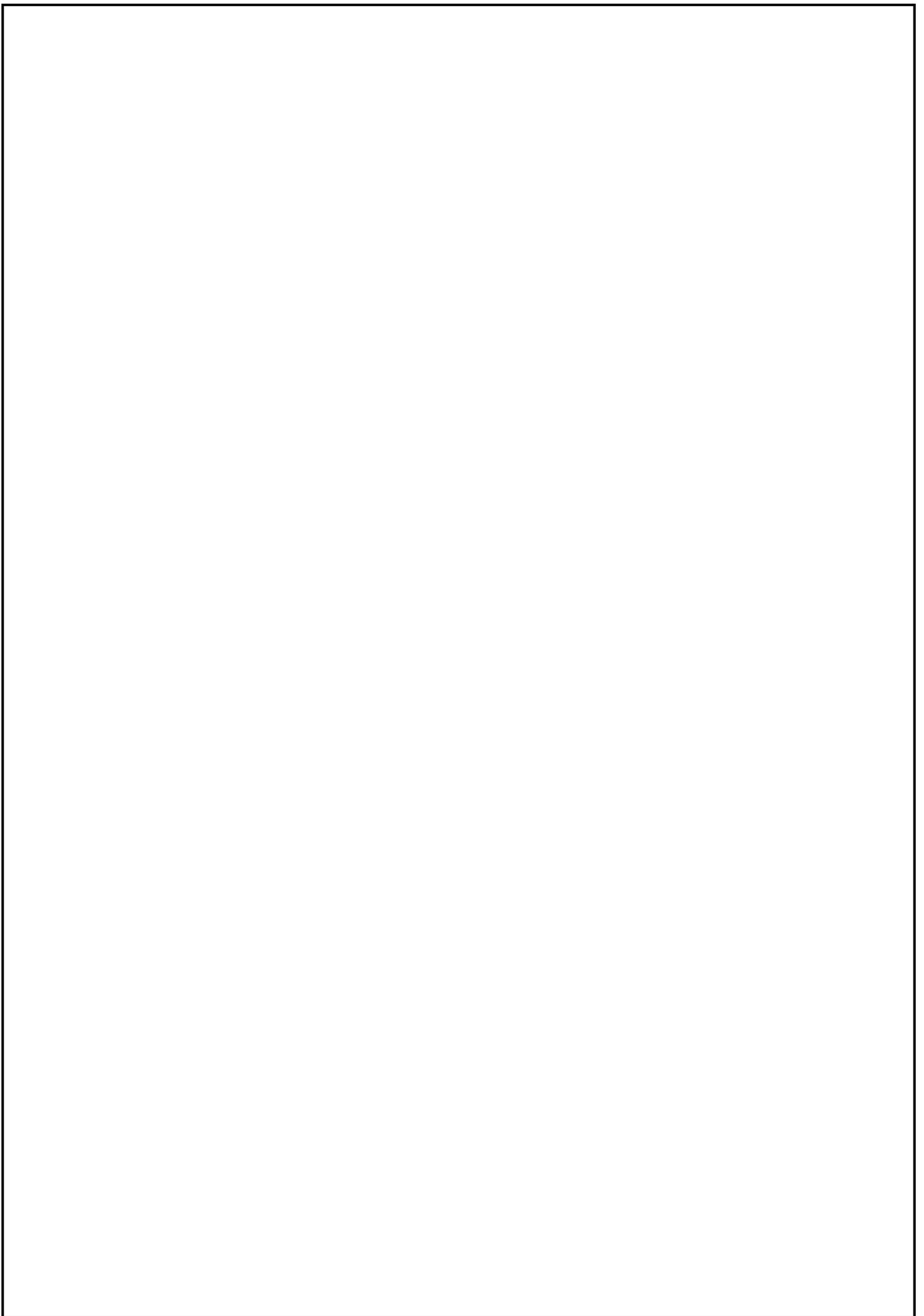
PRESENTE PAR :

CHAABENA IMAD

Devant les membres du jury

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
M^r : RASSOUL Abdelaziz	M.C.A	Président
M^{me} : AZIEZ Wahiba	M.A.A	Examinatrice
M^r : YAHIAOUI Samir	M.A.A	Examineur
M^r : KARID Rachid	M.A.A	Examineur
M^{me} : MAZOUZI SABRA	M.A.B	Promotrice

Sept – 2017





REMERCIEMENTS

Au terme de ce projet, fruit de mes années de labeur, je tiens à remercier sincèrement Dieu, qui ma donne la force, ainsi que la bonne volonté et de m'avoir octroyé les moyens et les personnes qui m'ont aidé dans mon élaboration.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à Ma promotrice Mme MAZOUZI.S de m'avoir orienté et pour ces conseils judicieux.

Je profite de l'occasion pour remercie mes Enseignants et tout le personnel de l'ENSH pour leurs contributions à ma formation d'Ingénieur d'état en hydraulique.

Mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur de juger ce travail, je les remercie vivement



Dédicace

Je dédie ce travail :

D'abord à mon très cher père, pour ces conseils, son soutien matériels et moral et pour tous ses efforts et les faveurs qu'il m'a accordé et qui m'ont donné la volonté de réaliser et de finir ce travail.

A ma très chère mère, à qui je dois beaucoup pour ces sacrifices, son amour, son aide et son soutien et me voir ainsi arriver à ce que je suis devenu aujourd'hui.

À mon frère, qui m'a toujours inspiré et incité à avancer dans la vie.

À tous les membres de ma famille surtout ;

Mon oncle Azzedine pour son soutien immense moral et matériel.

Ma grand-mère qui m'a accompagné par ses prières, sa douceur, puisse dieu lui prêter longue vie et beq de sante.

A la mémoire de mon grand-père, c'est dommage que tu ne sois plus là. J'aurais aimé partager la fin de ce travail avec toi. tu me manqueras toujours ; Rebi yerahmak Pape.

Je dédie également ce travail à tous mes amis avec qui je partage tous les souvenirs inoubliables et qui m'ont soutenu dès le début, ce sont les personnes que je suis fière d'avoir connu.

الملخص:

تعاني الجزائر عامة ومنطقة خنشلة خاصة من الندرة الملحوظة في الموارد المائية، حيث زادت هاته المشكلة حدة في السنوات الأخيرة، بسبب مخلفات الجفاف والاستغلال اللاعقلاني لهذه الموارد المهمة، والتي تؤثر سلبيًا على قطاع الزراعة. ومن أجل إيجاد حل لهذه الوضعية المقلقة، لابد من الاستغلال الجيد لهذه الموارد الذي يعتبر الحل الأمثل؛ وعليه يهدف هذا المشروع إلى تحسين، تسيير إضافة إلى التوزيع الأمثل للمياه على مستوى هذه المساحة الفلاحية، واستخدام أساليب نوعية لتحديد الاحتياجات من المحاصيل والتي تؤدي إلى زيادة كفاءة استخدام المياه وذلك بالاعتماد على نظام السقي بالتقطير الذي يعتبر الأكثر فاعلية.

RESUME :

En Algérie, et spécialement dans la région de Khenchela, la disponibilité de la ressource hydrique est désormais compromise au cours de ces dernières années à cause des effets de la sécheresse et de la surexploitation de ces précieuses ressources qui affectent considérablement le domaine agricole. Pour remédier à cette situation délicate, la bonne gestion de ces ressources demeure la plus envisageable.

Ce projet rentre dans ce contexte, il vise à mieux gérer et distribuer des eaux dans notre terrain agricole et utiliser des méthodes qualitatives pour déterminer les exigences de cultures et présenter de manière à ce que l'efficacité de l'eau soit maximale, En se fondant sur le système d'irrigation localisée ce qui est considéré comme le plus efficace.

ABSTRACT:

In Algeria, especially in the area of Khenchela, the availability of water resources is decreasing during these last years because of draught and over-exploitation of these valuable resources which affect the agricultural domain considerably.

To cure this worrying situation, the good management of these resources remains most possible.

This project, aims at ameliorating managing and distributing water in good circumstances. Qualitative methods are used to determine crop requirements, in order to obtain the maximum water efficiency. depending on irrigation system localized which is the most efficient.

SOMMAIRE

CHAPITRE I

INTRODUCTION	P1
I-1 PRESENTATION DE LA ZONE D`ETUDE	P1
I.1.1 CHOIX DU PERIMETRE D`ETUDE	P2
I.1.2 TOPOGRAPHIE ET GEOLOGIE DE LA ZONE D`ETUDE	P2
I.2 ETUDE CLIMATOLOGIQUE	P3
I.2.1 PRECIPITATIONS	P4
I.2-2 TEMPERATURE MOYENNE	P4
I.2-3 HUMIDITE RELATIVE	P5
I.2-4 VENT	P5
I.2.5 LA NEIGE	P6
I.2.6 LES ORAGES	P8
I.2-7 LA GELEE	P8
I.2-8 LA GELEE BLANCHE	P9
I.2-9 LE SIROCCO	P9
I.2-10 EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE (ETP)	P9
I.3 CLASSIFICATION DU CLIMAT	P10
I.3.1 LES INDICES CLIMATIQUES	P10
I.3.1.1 INDICE DE MARTONNE	P10
I.3-1-2 QUOTIENT PLUVIOMETRIQUE D`EMBERGER	P11
I.4 CLIMOGRAMME PLUVIO-THERMIQUE DE BEGNOULS ET GAUSSEN	P12
CONCLUSION	P14

CHAPITRE II

INTRODUCTION	P15
II.1 PRESENTATION DU BARRAGE	P15
II.2 CARATERISTIQUES GENERALES DU BARRAGE	P17
II.3 QUALITE DE L`EAU D`IRRIGATION	P17
II.3.1 LES LIMITES ADMISSIBLES	P20
II.3.1.1 LA CONDUCTIVITE ELECTRIQUE	P20
II.3.1.2 LE SAR (SODIUM ABSORPTION RATION)	P21
CONCLUSION	P23

CHAPITRE III

INTRODUCTION	P24
III.1 LES DIFFERENTES CLASSES DES SOLS	P24
III.1.1 LES SOLS PEU EVOLUES	P24
III.1.2 LES SOLS CALCIMAGNESTIQUE	P24
III.1.3 LES VERTISOLS.....	P24
III.1.4 LES SOLS HALOMORPHES	P24
III.2 LES CRITERE DE CLASSIFICATION	P25
III.2.1 TEXTURE	P25
III.2.2 PROFONDEUR DE SOL.....	P25
III.2.3 TENEUR EN CARBONATE DE CALCIUM ET DE GYPSE	P25
III.2.4 DRAINAGE DU SOL.....	P25
III.2.5 REGROUPEMENT DES SOLS	P25
III.3 ANALYSE DES SOLS AU LABORATOIRE	P25
III.3.1 ANALYSE DU PROFILE REPRESENTATIF	P26
III.3.2 DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE DU PROFILE	P26
III.3.3 CLASSIFICATION	P26
III.3.4 DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE	P27
III.3.5 INTERPRETATION DES RESULTATS DES ANALYSES	P29

III.4 ETUDE DES APTITUDES CULTURALES	P29
III.4.1 LES CULTURES ARBUSTIVES	P29
III.4.2 LES CULTURES MARAÎCHÈRES	P30
III.4.3 LES CULTURES CEREALIERES ET FOURRAGERES	P30
III.4.4 LES CULTURES INDUSTRIELLES	P31
III.5 CONTRAINTES PEDOLOGIQUES	P31
III.5.1 LA PROFONDEUR DU SOL	P31
III.5.2 TEXTURE ET STRUCTURE	P32
III.5.3 PENTE (TOPOGRAPHIE)	P33
III.6 TRAVAUX ET AMENAGEMENTS	P33
III.6.1 LUTTE CONTRE L'EROSION	P33
III.6.2 TROUS DE PLANTATION PROFOND	P34
III.6.3 TRAVAIL DU SOL	P34
III.6.4 AMENDEMENTS	P34
CONCLUSION	P35

CHAPITRE IV

INTRODUCTION	P35
IV.1 RESEAU PLUVIOMETRIQUE.....	P35
IV.1.1CHOIX DE LA STATION REPRESENTATIVE DE LA ZONE D'ETUDE	P35
IV.2 HOMOGENEITE DE LA SERIE PLUVIOMETRIQUE	P37
IV.2.1 TEST DE WILCOXON POUR LA STATION DE BOULHILET	P38
IV.4 ETUDE STATISTIQUE DES PRECIPITATION	P40
IV.4.1 L'AJUSTEMENT A LA LOI NORMAL.....	P40
IV.4.2 AJUSTEMENT A LA LOI LOG- NORMAL	P42
IV.5 TEST DE VALIDITE DE L'AJUSTEMENT A LA LOI NORMAL ET LOG NORMAL	P43
IV.5.1 TEST DE KHI CARREE	P43
IV.6 DETERMINATION DE L'ANNEE DE CALCUL	P44
CONCLUSION.....	P45

CHAPITRE V

INTRODUCTION	P46
V.1 REGIME D'IRRIGATION	P46
V.2 LES BESOINS EN EAU DES CULTURES.....	P46
V.2.1 GENERALITE	P46
V.2.2 L'EVAPOTRANSPIRATION	P46
V.2.3 METHODES D'EVALUATION DE L'EVAPOTRANSPIRATION.....	P46
A-METHODES DIRECTES	P47
B-METHODES INDIRECTES.....	P47
V.2.4 CALCUL DE L'EVAPOTRANSPIRATION.....	P49
V.2.5 LA PLUIE EFFICACE	P50
V.2.6 OCCUPATION DES SOLS ET CHOIX DES CULTURES	P51
V.2.6.1 LA CEREAICULTURE :.....	P51
V.2.6.2 ARBORICULTURE :.....	P51
V.2.6.3 CULTURES MARAICHERES	P52
V.2.7 CALENDRIER D'OCCUPATION DES SOLS	P52
V.2.8 DETERMINATION DES BESIIONS EN EAU D'IRRIGATION	P53
V.2.8.1 DEFINITION	P53
V.2.8.2 CALCUL DES BESIIONS EN EAU D'IRRIGATION DES CULTURES	P53
V.2.8.3 CALCUL DU DEBIT CARACTERISTIQUE.....	P58
V.2.8.4 EVALUATION DU DEBIT CARACTERISTIQUE	P59
V.2.8.5 ESTIMATION DES BESOINS EN EAU TOTAUX DU PERIMETRE .	P59
CONCLUSION	P61

CHAPITRE VI

INTRODUCTION	P62
VI.1 L'IRRIGATION DE SURFACE	P62
VI.1.1 IRRIGATION PAR RUISSELLEMENT	P62
VI.1.1.1 LES PLANCHES DE RUISSELLEMENT	P62

VI.1.1.2 L'ARROSAGE À LA RAIE	P63
VI.1.2 IRRIGATION PAR SUBMERSION	P64
VI.1.3 L'IRRIGATION MIXTE	P64
VI.2 L'IRRIGATION PAR SURPRESSION	P65
VI.2.1 L'IRRIGATION PAR ASPERSION	P65
IV.2.1.1 LES AVANTAGES DE L'IRRIGATION PAR ASPERSION	P65
IV.2.1.2 LES INCONVÉNIENTS DE L'IRRIGATION PAR ASPERSION	P65
VI.2.2 L'IRRIGATION LOCALISÉE (GOUTTE À GOUTTE).....	P65
VI.2.3 COMPOSITION D'UNE INSTALLATION GOUTTE À GOUTTE	P66
VI.2.3.1 POINT DE FOURNITURE D'EAU	P66
VI.2.3.2 L'UNITÉ DE TÊTE	P66
VI.2.3.3 CONDUITES ET RAMPES.....	P67
IV.2.3.4 LES AVANTAGES DE LA TECHNIQUE LOCALISEE	P68
IV.2.3.5 LES INCONVENIENTS DU GOUTTE À GOUTTE	P68
VI.3. CHOIX DES TECHNIQUES D'IRRIGATION	P68
VI.3.1 LES CONTRAINTES NATURELLES	P68
IV.3.1.1 L'EVAPORATION	P68
IV.3.1.2 LE VENT	P69
IV.3.1.3 LE SOL	P69
IV.3.1.4 LA PENTE.....	P69
IV.3.2 LES CONTRAINTE TECHNIQUE	P69
IV.3.3 LES CONTRAINTES AGRONOMIQUES	P69
CONCLUSION	P71

CHAPITRE VII

INTRODUCTION	P72
VII.1. DEFINITION DE L'ADDUCTION	P72
VII.2. TYPE D'ADDUCTION	P72
VII.3 PRINCIPE DU CHOIX DU TRACE.....	P72
VII.4 VARIANTES D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE	P72
VII.5 DECOUPAGE DES ILOTS D'IRRIGATION	P72
VII.5.1 GENERALITES	P72
VII.5.2 TAILLE DES ILOTS D'IRRIGATION.....	P72
VII.6 MODE DU TRACE ET IMPLANTATION DES BORNES	P73
VII.6.1 ROLE ET FONCTION DE LA BORNE D'IRRIGATION	P74
VII.7 MODALITES DE DESSERTE DE L'EAU	P74
VII.7.1 DISTRIBUTION D'EAU A LA DEMANDE	P74
VII.7.2 DISTRIBUTION AU TOUR D'ARROSAGE	P74
VII.7.3 TOUR D'ARROSAGE A LA BORNE	P74
VII.8 CALCULS DU DEBIT FICTIF CONTINU	P74
VII.9 CALCUL DU DEBIT AUX BORNES	P74
VII.10 CHOIX DU TYPE DE BORNE	P75
VII.10.1 CHOIX DU DIAMETRE DE LA BORNE.....	P75
VII.11 PRESSION DEMANDEE AUX BORNES D'IRRIGATION	
VII.12-CALCUL HYDRAULIQUE DES CANALISATIONS	
VII.12.1- CARACTERISTIQUES DE LA CONDUITE PRINCIPALE (CP) ET LE RESEAU DE DISTRIBUTION	
VII.12.1.1 CHOIX DU MATERIAU DES CONDUITES	P76
VII.12.1.1 TUYAUX EN FONTE	P77
VII.12.1.2 TUYAUX EN ACIER.....	P77
VII.12.1.3 TUYAUX EN PVC (POLYVINYLE DE CHLORURE).....	P77
VII.12.1.4 CONDUITE EN PEHD	P77

VII.13 OPTIMISATION DES DIAMETRES DES CANALISATIONS DU RESEAU COLLECTIF DE DISTRIBUTION	P77
VII.13.1 CALCUL DE DIAMETRE	P78
VII.13.2 VITESSE ADMISSIBLE.....	P78
VII.13.3 CALCUL DES PERTES DE CHARGE	P78
VII.13.3.1 CALCUL DES PERTES DE CHARGE TOTALES	P78
VII.14 SIMULATION DU RESEAU PAR LOGICIEL EPANET	P82
VII.15 DIMENSIONNEMENT DE RESERVOIR DE DISTRIBUTION	P86
VII.16 DIMENSIONNEMENT D`UN RESEAU LOCALISEE	P88
VII.16.1 DONNEES GENERALES	P88
VII.16.2 RESERVE FACILEMENT UTILISABLE	P88
VII.16.3 DOSE NETTE	P88
VII.16.4 DOSE BRUTE	P89
VII.16.5 FREQUENCE D`ARROSAGE	P89
VII.16.6 LA DUREE D`ARROSAGE	P90
VII.16.7 LA DUREE D`ARROSAGE JOURNALIER	P90
VII.16.8 NOMBRE DE POSTE	P90
VII.16.9 SURFACE DE POSTE.....	P90
VII.17 CALCULS HYDRAULIQUE	P90
VII.17.1 CONDITION HYDRAULIQUE.....	P90
VII.17.2 DEBIT	P91
VII.17.3 NOMBRE D`ARBRES PAR RAMPE	P92
VII.17.4 NOMBRE DE GOUTTEURS PAR RAMPE	P92
VII.17.5 NOMBRE DES RAMPE	P92
VII.17.6 DEBIT DE RAMPE.....	P92
VII.17.7 DEBIT DE LA PORTE RAMPE	P92
VII.17.8 DEBIT DE CONDUITE SECONDAIRE	P92
VII.18 DIMENSIONNEMENT DES DIFFÉRENTES PARTIES DU RÉSEAU	P92
VII.18.1 VERIFICATION DES PERTES DE CHARGES	P93
VII.18.2 CALCULS HYDRAULIQUES DE LA RAMPE	P93

VII.18.3 CALCULS HYDRAULIQUES DU PORTE RAMPE	P93
VII.18.4 CALCUL DES DIAMÈTRES DE LA CONDUITE SECONDAIRE	P94
VII.18.5 CARACTÉRISTIQUE DE CONDUITES SECONDAIRES	P94
VII.18.6 DIAMÈTRE DE LA CONDUITE PRINCIPALE À LA SORTIE DE LA BORNE	P94
VII.18.7 LA PRESSION D'EAU À LA BORNE DE DISTRIBUTION	P94
CONCLUSION	P95
CHAPITRE VIII	
INTRODUCTION	P96
VIII.1. FACTURES PRO FORMA DES ÉQUIPEMENTS HYDRAULIQUES	P96
VIII. 2 FRAIS DES TRAVAUX SUR RÉSEAU D'IRRIGATION	P97
VIII.2.1 CALCUL DES VOLUMES DE DÉBLAIS ET REMBLAIS	P97
VIII.2.1.1 VOLUME DU DÉBLAIEMENT	P97
VIII.2.1.2 VOLUME DE REMBLAIS	P97
VIII.2.1.3 VOLUME DE SABLE	P98
VIII.3 COUT TOTAL DES TRAVAUX PUBLICS SUR RÉSEAU D'IRRIGATION	P99
VIII.3.1 DÉBLAIEMENT	P99
VIII.3.2 REMBLAIS	P99
VIII.3.3 SABLE	P99
CONCLUSION	P100

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE I

TAB 01 : Précipitations mensuelles - station météorologique de Khenchela.....	P4
TAB 02 : Températures mensuelles - station météorologique de Khenchela	P4
TAB 03 : Humidité relative de l'air - station météorologique de Khenchela	P5
TAB 04 : Vitesse du vent km/h de la station météorologique de Khenchela	P6
TAB 05 : Vitesse du vent km/h station météorologique de Khenchela.....	P7
TAB 06 : Moyennes mensuelles et annuelles des orages observés à la station météorologique de Khenchela.....	P8
TAB 07 : Nombre moyen de jours de grêle mesuré à Khenchela	P8
TAB 08 : Nombre moyen de jours de gelée blanche dans la station de Khenchela.....	P9
TAB 09 : Nombre de jours moyens du sirocco relevé à Khenchela	P9
TAB 10 :ETP Penman mensuelle	P10
TAB 11: Classification de climat selon Martonne	P10

CHAPITRE II

TAB II.1 : Concentration maximales recommandables des éléments-traces dans l'eau d'irrigation	P19
TAB II.2: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique	P20
TAB II.3 : Classification des eaux en fonction du SAR	P21

CHAPITRE III

TAB III.1 : Les caractéristiques physico-chimiques de profil	P28
--	-----

CHAPITRE IV

TAB IV.1 : Caractéristiques de la station pluviométrique bouhilet	P35
TAB IV.2 : Pluies mensuelles enregistrées à la station pluviométrique bouhilet (1968-2009)...	P36
TAB IV.3 : Test de Wilcoxon pour la station de bouhilet (070502).	P39
TAB IV.4 : Les résultats de calcul par la loi normal.....	P40
TAB IV.5 : Les résultats de calcul par la loi log normal	P42

TAB IV.6 : Table du X^2 P43
 TAB IV.7 : Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm..... P44

CHAPITRE V

TAB V.1 : Valeur de l'évapotranspiration de référence calculée par la méthode de Penman et Montheit, exprimée en mm/jour P50
 TAB V.2 : Précipitation efficace dans la zone étude. P51
 TAB V.3 : Notre modèle de surfaces occupées par les différentes cultures. P52
 TAB V.4 : Calendrier des cultures envisageables P52
 TAB V.5 : Caractéristique hydrique de sol P54
 TAB V.6 : Besoin en eau d'irrigation de blé..... P54
 TAB V.7: Besoin en eau d'irrigation d'orge..... P55
 TAB V.8: Besoin en eau d'irrigation de poivron P55
 TAB V.9: Besoin en eau d'irrigation de tomate P56
 TAB V.10: Besoin en eau d'irrigation d'oignon P56
 TAB V.11: Besoin en eau d'irrigation de pommier P57
 TAB V.12: Besoin en eau d'irrigation d'olivier..... P57
 TAB V.13: Besoins en eau des cultures en mm..... P58
 TAB V.14 : Débit de pointe des différents modelés..... P59
 TAB V.15 : Besoins en eau d'irrigation des cultures P60

CHAPITRE VII

TAB VII.1: Les différentes parcelles du périmètre P73
 TAB VII.2: Débits au niveau de chaque ilot P75
 TAB VII.3: Choix de diamètre de la borne P76
 TAB VII.4: Débit au niveau des bornes et des prises P76
 TAP VII.5 : Calcul hydraulique de réseau de distribution P83
 TAB VII.6: Caractéristique de la conduite de la rampe P93
 TAB VII.7: Caractéristiques de la conduite de la porte rampe P93
 TAB VII.8 : Caractéristique de la conduite secondaire P94

TAB VII.9 : Caractéristique de la conduite d'approche P94
TAB VII.10 : Les pertes de charge totale..... P95

CHAPITRE VIII

TAB VIII.1 : Factures pro forma pour les conduites de réseau de l'irrigation P96
TAB VIII.2 : Factures pro forma pour les mécaniques et accessoires de réseau de l'irrigation. P97
TAB VIII.3 : Calcul des volumes des déblais et remblais du réseau de distribution..... P98
TAB VIII.4 : Devis estimatif total..... P99

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I

Figure I.1 : La situation de notre zone étude	P2
Figure I.2 : Situation géographique de la zone d`étude	P3
Figure I.3 : Rose des vents	P7
Figure I.4 : Diagramme bioclimatique d`emberger	P11
Figure I-5 : Climogramme de Gaussen	P12

CHAPITRE II

Figure II.1 : Plans de situation de barrage Koudiat Medaouar (GOOGLE MAP)	P15
Figure II.2 : Barrage Koudiat Medouar (ONID D`ALGER).....	P16
Figure II.3 : Retenue à l`amont du barrage de Koudiat Medouar (ONID D`ALGER).....	P16

CHAPITRE IV

Figure IV.1 : Répartition des pluies de l`année.....	P37
Figure IV.2 : Ajustement a une loi normale.....	P41
Figure IV.3 : Ajustement a une loi log-normale.....	P43

CHAPITRE VI

Figure.VI.1 : Irrigation par planche de ruissellement	P63
Figure. VI.2 : Irrigation à la raie	P63
Figure.VI.3. Irrigation par submersion.....	P64
Figure VI.4: Irrigation par aspersion.....	P65
FigureVI.5 : Système d`irrigation localisée	P66
Figure VI.6 : Dilueur d'engrais.....	P66
Figure VI. 7 : Filtre à gravier	P66
Figure VI.8: Goutteur	P67
Figure V.9 : Schéma type d`un réseau d`irrigation en goutte à goutte.....	P68

CHAPITRE VII

Figure VII.1 : **Schéma du réseau d'adduction**.....P80
Figure VII.2 : **Simulation de la conduite gravitaire**P82
Figure VII.3: **Simulation de réseau de distribution**P85
Figure VII.4: **Schéma explicatif de la desserte borne-goutteur**P95

CHAPITRE VIII

Figure VIII.1 : **Disposition de la conduite dans une tranchée**P98

LISTE DES PLANCHES

Planche N°1 : **Plan d'occupation de sol du périmètre Remila Est (W. Khenchela)**

Planche N°2 : **Plan de réseau de distribution du périmètre Remila Est (W. Khenchela)**

Planche N°3 : **Profil en long de la conduite principale du périmètre Remila Est (W. Khenchela)**

Planche N°4 : **plan de réseau d'irrigation localise sur ilots 06 du périmètre Remila Est (W. Khenchela)**

Planche N°5 : **Plan d'occupation de sol après assolement des cultures du périmètre Remila Est (W. Khenchela)**

Planche N°6 : **carte de localité du périmètre Remila Est (W. Khenchela)**

LISTE DES ABBREVIATION

ANRH : Agence nationale des Ressources Hydraulique

CE : Conductivité électrique

ONM : Office national météorologique

SAR : Rapport d'absorption du sodium

Pe : Pluie efficace

Pn : pression nominale

PU : prix unitaire

PEHD : polyéthylène a haute densité

RFU : fraction de réserve utile du sol

ETP : évapotranspiration potentielle

ET0 : évapotranspiration de référence

ETR : évapotranspiration réelle

KC : coefficient culturale

TVA : Taxe sur valeur ajoute

Total (TTC) : Total tout taxes comprises

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est une source de vie et de prospérité, la garantir et la mettre à disposition de l'homme à la demande est un confort, et une richesse inégalée, mais la plus grande des pertes c'est son gaspillage, comme toute richesse elle doit régir à une politique de gestion raisonnable, et s'engager à tout mettre en œuvre pour la préserver.

Dans le domaine agricole, l'eau est indispensable pour garantir une sécurité socioéconomique à moyen et long terme. La conception d'un système d'irrigation nécessite en premier lieu la quantification des besoins en eau de toutes les cultures mises en place, et la mobilisation des ressources en eau nécessaires au bon développement de ces cultures.

Dans les pays à pluviométrie insuffisante ou irrégulière, l'eau est le principal facteur limitant de tout développement agricole.

C'est le cas de Wilaya de Khenchela qui a connu une longue période de sécheresse, qui s'est répercutée par de faibles apports en eau et de rendements agricoles limités.

Pour cela, une gestion judicieuse et une exploitation optimale des ressources en eau sont capitales, comme le sont aussi le développement des techniques modernes qui doivent avoir pour double objectif :

- l'utilisation rationnelle de l'eau.
- un apport moindre en capitaux et en équipements.

L'objet de mémoire rentre justement dans ce contexte, on propose dans le cadre de cette étude de dimensionner le réseau d'irrigation du périmètre de Remila Est de 200 hectares, Wilaya de Khenchela, afin d'optimiser la ressource en eau et bien sûr d'assurer les besoins en eau des cultures mises en place. Pour assurer les besoins en eau du périmètre, on propose que la zone d'étude soit alimentée à partir du barrage de Koudiat Medaouar.

CHAPITRE I

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

INTRODUCTION :

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

I-1 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE :

L'aire d'étude du périmètre de Remila - Ouled Fadhel est située dans la région Est de l'Algérie, dans les deux wilayas de Batna et Khenchela, entre les villes de Touffana et Khenchela. Elle est limitée :

- Au Nord : par la Wilaya de Oum el Bouaghi
- A l'Est : par la commune de Hamma
- Au Sud : par la route nationale RN 88 Batna – Khenchela
- A l'Ouest : par la ville de Touffana

La zone peu étendue occupe une surface près de la route Touffana – Khenchela, de son côté Nord. Au cœur de cette zone se situe une localité de Remila culminant à environ 870 m dont les coordonnées MTU sont : $x = 300\,500$ m ; $y = 3\,939\,000$ m. La zone d'étude est située selon les coordonnées MTU :

- ✓ La superficie totale de périmètre est de 11000 HA
- ✓ Les coordonnées géographiques du périmètre sont représentées dans le tableau suivant :

x	285 000 m – 323 000 m
y	3928 000 – 3944 000 m

- ✓ La voie de communication principale de la zone d'étude est l'axe routier RN 88 : Batna – Touffana – Kais – Khenchela. Cet axe traverse la zone à proximité de la frontière méridionale du périmètre et joint le périmètre avec Tebesa à l'Est, Constantine au Nord et Biskra au Sud.
- ✓ Plusieurs oueds, orientés Sud – Nord, traversent la superficie du périmètre d'étude. Ils se divisent en nombreuses branches intérieures de caractère temporaire et continuent à couler vers le Chott Gara et el Tarf

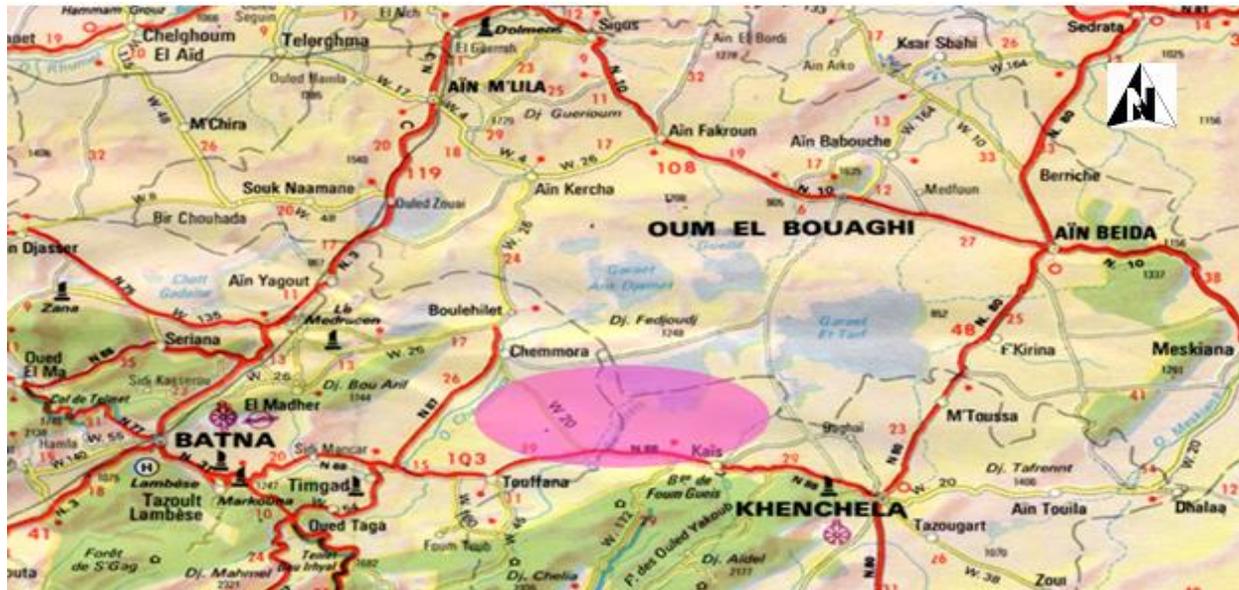


Figure I.1 : La situation de notre zone étude (Ech 1/10000)

I.1.1 CHOIX DU PERIMETRE D'ETUDE :

Le périmètre étudié dans ce mémoire correspond au périmètre Remila Est situé dans la commune de Remila Wilaya de Khanchela, qui présente une superficie de 200 ha. Elle est limitée :

- Au Nord : par la Commune de Aïn Zitoun Wilaya de Oum el Bouaghi
- A l'Est : par la commune de Hamma
- Au Sud : par la commune de Kais Wilaya de Khenchela
- A l'Ouest : par la commune de Ouled Fadhel Wilaya de batna

I.1.2 TOPOGRAPHIE ET GEOLOGIE DE LA ZONE D'ETUDE :

Au point de vue de la topographie c'est une zone légèrement ondulée avec des dénivelées faiblement élevée culminant entre 790 et 870 m environ. La route asphaltée Kais-Remila joint la partie orientale du périmètre avec la partie septentrionale. La circulation de l'aire d'étude emprunte un réseau de pistes desservant les parcelles les plus éloignées.



Figure I.2 : Situation géographique de la zone d'étude. (Ech 1/2500)

I.2 ETUDE CLIMATOLOGIQUE :

L'analyse des conditions climatiques est nécessaire dans l'élaboration de notre étude, la connaissance des différents paramètres climatiques est en effet un facteur essentiel qui conditionne la production végétale et qui est nécessaire pour évaluer le potentiel agricole de la région. L'objectif est d'obtenir des données observées, mesurées afin de mieux dimensionner les réseaux hydrauliques et évaluer les besoins en eaux des cultures pratiquées.

Le climat de cette zone est un passage entre le type méditerranéen et continental, caractérisé par des hivers frais et des étés chauds et secs. C'est la région de Hautes Plaines telliennes. La station météorologique la plus proche est celle de Khenchela. Les stations de Batna et de Setif et Tebessa appartiennent à la même région climatique.

Station météorologique Khenchela est située dans le voisinage de ville Khenchela. Les coordonnées MTU – F32 (Le code de station est BABH 60476) sont :

- latitude N 35° 21'
- la longitude E 07°05'
- L'Élévation est 982,5 m. (Lambert km X = 898,0 Y=237,0)

I.2.1 PRECIPITATIONS :

La moyenne interannuelle pour la période 1913-1938 est de l'ordre de 529 mm par an et 75 jours de pluie, (données enregistrées à la station météorologique de Khenchela), et de 450 mm par an et 69 jours de pluie. Les données plus nouvelles relevées dans la station météorologique de Khenchela (précipitation dans la période de 1994 – 2003) donnent une moyenne de 440 mm par an avec 94 jours de pluie :

TAB 01 : Précipitations mensuelles - station météorologique de Khenchela

	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Précipit. [mm]	56,6	28,0	29,0	38,0	37,0	31,0	13,2	41,5	52,6	40,5	42,5	30,1	440,0
Nbrs jours	11	8	7	8	8	7	4	7	10	7	9	9	94

SOURCE (ONID ALGER)

I.2-2 TEMPERATURE MOYENNE :

La température est un facteur climatique très important qui joue un rôle dans les projets d'irrigation, car elle conditionne l'évapotranspiration des cultures, et donc le développement des plantes.

Les températures enregistrées à la station météorologique de Khenchela dans la période de 1994 – 2003, font ressortir le caractère continental du climat de cette zone. Une variation saisonnière considérable avec une différence de 20 °C entre le mois de janvier le plus froid avec 6,8 °C et le mois de juillet le plus chaud avec 26,7 °C est évidente.

TAB 02 : Températures mensuelles - station météorologique de Khenchela

		Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Températures moyennes mensuelles	t_{\max} [°C]	10,9	12,77	16,17	19,13	25,78	30,93	34,58	33,78	27,59	22,24	15,93	12,23
	t_{\min} [°C]	2,67	2,58	4,72	7,16	12,02	16,03	18,87	19,2	15,72	11,88	6,85	3,46
	t_{moy} [°C]	6,8	7,7	10,4	13,1	18,9	23,5	26,7	26,5	21,7	17,1	11,4	7,8

SOURCE (ONID ALGER)

T MOY : Température moyenne

T MAX : Température maximale moyenne

T MIN : Température minimale moyenne

I.2-3 HUMIDITE RELATIVE :

L'humidité relative sature ou état hygrométrique indique que l'état de l'atmosphère est plus ou moins proche de la condensation, c'est la valeur de l'humidité relative que correspond la sensation de l'humidité

L'humidité relative de l'air moyenne annuelle (station météorologique de Khenchela) s'élève dans la région à 59%. Les valeurs extrêmes sont atteintes en janvier (71%) et en décembre (40%).

TAB 03 : Humidité relative de l'air - station météorologique de Khenchela

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Octob	Nov	Déc.	Année
Humid [%]	71	67	63	60	54	45	40	44	58	63	66	70	59

SOURCE (ONID ALGER)

I.2-4 VENT :

Le vent est un paramètre très important qui entre dans la projection du système d'irrigation surtout dans le cas où on utilise l'asperseur, elle est caractériser par sa direction et sa vitesse.

Le tableau ci-dessus donne les directions des vents mesurées au sol :

TAB 04 : Vitesse du vent km/h de la station météorologique de Khenchela

	7H								13H								18H							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
S	7	22	6	5	4	27	19	10	5	18	3	3	6	37	17	11	9	30	2	4	4	31	13	9
O	6	18	5	5	2	34	19	10	7	19	2	2	3	40	19	8	6	26	1	2	2	43	12	10
N	7	15	4	3	3	37	13	8	8	18	2	1	3	37	23	8	7	17	1	2	2	45	16	7
D	10	16	4	3	1	39	26	10	8	18	2	1	1	35	24	11	10	17	1	1		42	19	11
J	9	19	4	2	2	28	23	13	9	25	1	0	1	28	21	14	12	24	1	1	1	34	14	12
F	10	21	4	3	2	28	19	13	8	18	1	2	2	34	20	15	8	21	1	2	1	37	20	15
M	8	19	4	3	3	33	20	10	7	18	1	1	6	38	19	10	9	23	2	4	2	36	15	9
A	9	21	7	4	4	26	19	11	8	18	1	2	7	31	21	12	10	25	2	4	4	29	19	12
M	8	27	6	7	4	19	22	7	9	23	2	4	6	27	19	10	11	38	4	2	4	21	11	10
J	11	29	8	6	4	18	16	8	11	24	3	3	8	25	17	9	13	40	4	3	2	18	12	10
J	6	28	6	4	5	28	17	6	6	20	1	3	12	36	15	7	11	36	2	5	3	25	11	8
A	6	21	6	5	6	29	21	6	7	21	2	3	8	33	16	8	7	38	3	4	5	25	12	6
An	8	22	5	4	4	28	20	9	8	20	2	2	5	34	19	10	10	28	2	2	2	31	15	10

SOURCE (ONID ALGER)

En toute saison, l'action éolienne est marquée. Le vent souffle dans toutes les directions. Le tableau des fréquences des directions montre une prédominance des vent Sud-Ouest, suivis de ceux du Nord Est et Ouest et, quel que soit l'heure d'observations. Ils représentent durant l'année 70% à 7h, 73% à 13h, 74% à 18h des vents de toutes les directions.

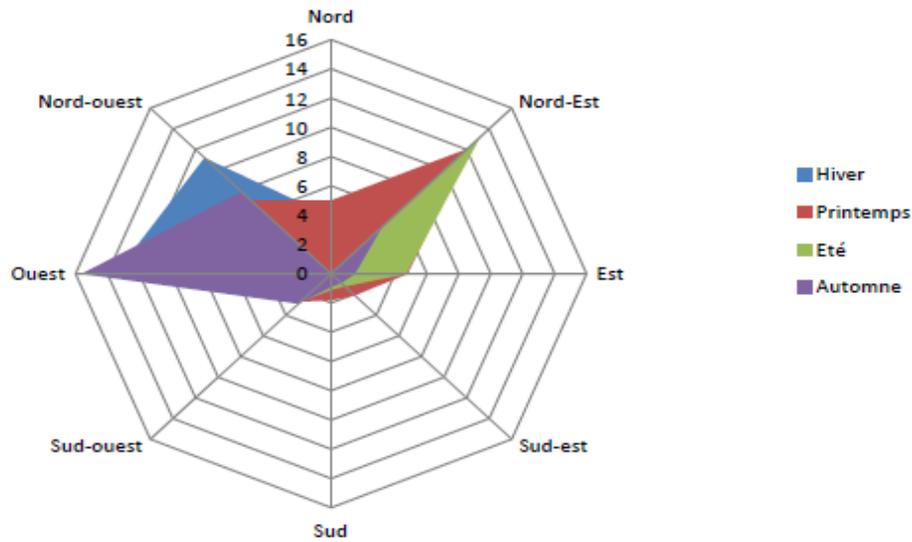


Figure I.3 : Rose des vents

TAB 05 : Vitesse du vent km/h station météorologique de Khenchela

Sept	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Année
11.16	12.60	12.60	15.75	14.76	15.12	14.76	14.40	14.40	13.68	15.12	13.68	14.00

SOURCE(ONID D`ALGER)

L'importance du vent est généralement faible pendant toute l'année. Les plus grandes valeurs sont obtenues au cours de la période allant de décembre à mars.

I.2.5 LA NEIGE :

A Khenchela , les chutes de neige tombent durant 15 jours à l'altitude de 1040 mètres. L'enneigement est important, la hauteur varie avec les années. La durée moyenne de l'enneigement est de 8.3 jours. Les quantités d'eau produites par la neige vont alimenter les oueds et parfois les nappes.

I.2.6 LES ORAGES :

L'orage étant un phénomène plus local que la pluie.

TAB 06 : Moyennes mensuelles et annuelles des orages observés à la station météorologique de KHENCHELA

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Année
Jours	3.6	1.5	0.1	0.1	0.1	0	0.9	1.0	4.0	3.6	2.6	3.5	21.0

SOURCE (ONID ALGER)

Le nombre moyen de jours d'orage durant l'année est de 21 jours. Les plus grandes valeurs s'observent surtout, à partir de Mai jusqu'au mois de Septembre avec un maximum au mois de Juin et Septembre. Ces orages sont accompagnés de pluies dont la hauteur et l'intensité sont très variables. Pendant la période hivernale, les pluies orageuses sont presque de grosses averses. Seulement, au cours de la période chaude, que l'on rencontre les orages donnant les précipitations les plus fortes et sont presque toujours accompagnées de grêle.

I.2-7 LA GELEE

La grêle comme l'orage étant un phénomène très localisé. Dans le tableau suivant, on donne les valeurs de la gelée .

TAB 07 : Nombre moyen de jours de grêle mesuré à Khenchela

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Année
Jours	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	0.8	1.1	0.6	0.6	0.3	0.3	0.2	5.8

SOURCE (ONID ALGER)

La grêle n'accompagne pas nécessairement les orages. Le nombre de jours de grêle est maximum du mois de Janvier à Mars.

La fréquence de la grêle est fortement influencée par les conditions locales, le relief en particulier joue un rôle très important. Plus, la station sera élevée, plus le grêlon aura des chances d'arriver au sol sans avoir fondu et plus la probabilité de la grêle sera grande.

I.2-8 LA GELEE BLANCHE :

La gelée blanche est nuisible pour les cultures et peut causer des dégâts mécanique et biochimique vis-à-vis des rendements agricoles, dans la région de Khenchela, ce phénomène est fréquent. Les valeurs moyennes des gelées sont données dans le tableau ci-dessous :

TAB 08 **Nombre moyen de jours de gelée blanche dans la station de Khenchela**

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Année
Jours	0.0	0.3	3.5	8.6	10.5	5.3	3.7	1.3	0.2	0.0	0.0	0.0	33.4

SOURCE (ONID ALGER)

La gelée blanche s'observe à partir du mois d'Octobre pour atteindre le maximum durant la période de Décembre à Février.

I.2-9 LE SIROCCO :

Il est très néfaste pour les végétaux car il peut provoquer le flétrissement de la plante ainsi que des chutes de rendement, donc sa connaissance est primordiale pour le choix des espèces à préconiser dans le périmètre .le nombre de jours de sirocco est présente dans le tableau suivant :

TAB 09 : **Nombre de jours moyens du sirocco relevé à Khenchela**

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Année
Jours	2.0	0.4	0.4	0.1	0.0	0.4	1.9	2.3	1.5	2.8	5.1	2.1	19.0

SOURCE (ONID ALGER)

Le nombre moyen de jours de sirocco varie entre 1.5 à 5.1 jours entre Mai et Juillet. La pointe est observée en Juillet avec 5.1 jours. Le total annuel est de 19 jours.

I.2-10 EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE (ETP) :

L'évapotranspiration (ETP) exprimée en millimètres est la somme des volumes d'eau utilisée par les végétaux pour leur transpiration et leur constitution et évaporée par la surface du sol et les surfaces d'interception des plantes (feuilles), en un temps donné.

L'examen de l'extrait de la carte des évapotranspirations moyennes annuelles du nord de l'Algérie montre que l'ETP dans la région de Khenchela est relativement élevée par rapport aux régions côtières (ETP/an = 1410 mm).

TAB 10 :ETP Penman mensuelle .

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Année
ETP Penman mm	31	43	79	123	165	207	240	211	147	90	46	29	1410

SOURCE (ANRH).

I.3 CLASSIFICATION DU CLIMAT :

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

I.3.1 LES INDICES CLIMATIQUES :

Par indices, nous entendons une codification du climat par des formules dans le but de voir l'interférences des différents de ce climat et leurs action sur la plantes. Ces formules se basent principalement sur deux facteurs essentiels : pluviométrie et température

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

I.3.1.1 INDICE DE MARTONNE :

L'indice d'acidité de Martonne est un paramètre qui permet la classification du climat en fonction d'un rapport de température sur la pluviométrie annuelle, cet indice nous renseigne sur la nécessité d'introduction de l'irrigation par rapport au climat.

$$I_A = \frac{P}{T + 10} \dots \dots \dots (I.1)$$

Avec : I_A : indice climatique

P : précipitation moyenne annuelle (mm)

T : température moyenne annuelle (°C)

TAB 11: classification de climat selon Martonne

Valeur 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	Par fois utile

Pour : P : précipitation annuelle en mm $\rightarrow P = 440.0$ mm

Et : T : température moyenne en ($^{\circ}$ C) $\rightarrow T = 15,95$ $^{\circ}$ C

$$AN : I_A = \frac{440}{15,96+10} = 16,95$$

Selon la classification de Martonne : notre climat est sec, ce qui rend l'irrigation souvent indispensable.

I.3-1-2 QUOTIENT PLUVIOMETRIQUE D'EMBERGER :

Quotient d'Emberger :

$$Q = \frac{1000.p}{\frac{M+m}{2} \cdot (M-m)} \dots\dots\dots(I.2)$$

Où

P = pluviométrie moyenne annuelle

M = moyenne des températures maxima du mois le plus chaud en degrés Kelvin

m = moyenne des températures minima du mois le plus froid en degrés Kelvin.

Station de Khenchela : Q = 47.7

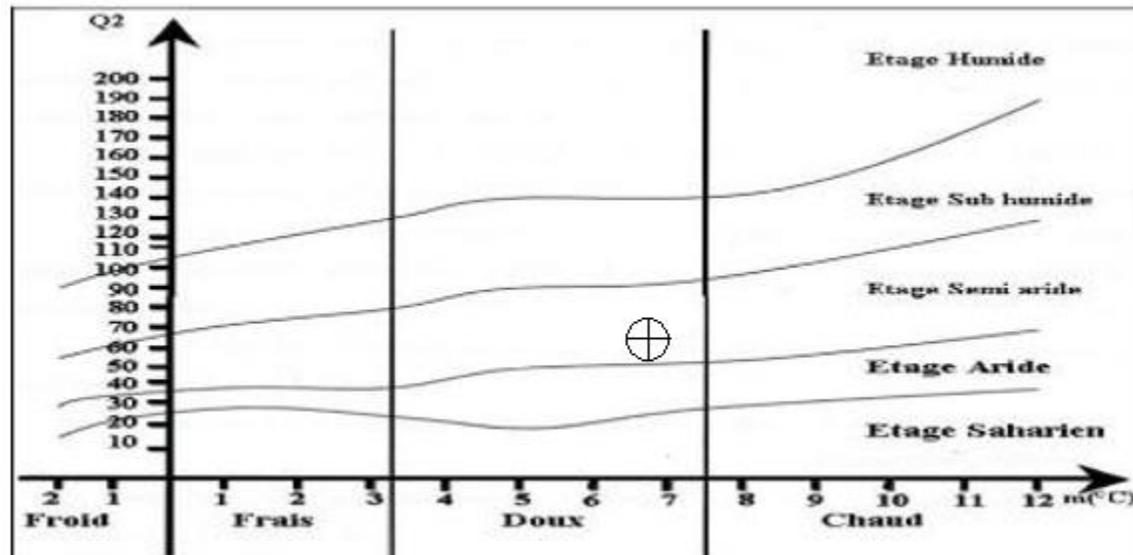


Figure I.4 : diagramme bioclimatique d'emberger

En portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique d'Emberger et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid, on peut confirmer que notre zone d'étude est caractérisée par un climat semi-aride à hivers frais.

I.4 Climogramme pluvio-thermique de BEGNOULS ET GAUSSEN :

Dans cet indice, on considère qu'un mois est sec quand le cumul des précipitations exprimées en millimètre est inférieur au double de la température, c'est à dire quand le rapport $P/T < 2$, ce diagramme ombrothermique permet la détermination de la période sèche.

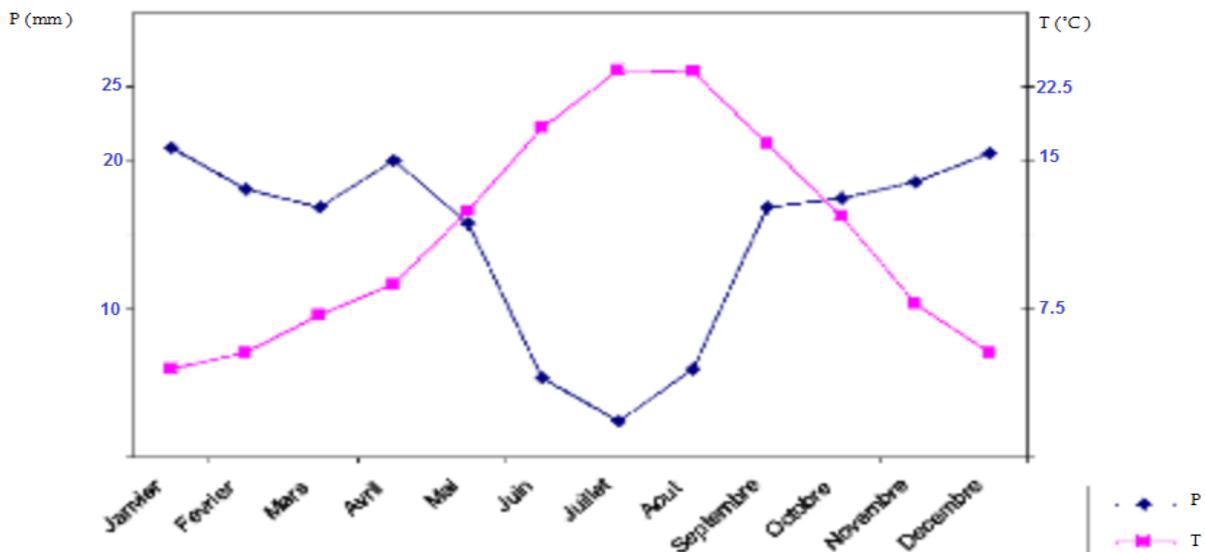


Figure I-5 : Climogramme de GausSEN

➤ **Description de graph :**

D'après le graph (I-5), on voit que la période sèche s'étale du mois de mai, jusqu'au mois de septembre.

Les deux courbes se croisent et la surface délimitée mesure l'intensité de la saison sèche et la saison humide, c'est à dire lorsque la courbe des températures dépasse celle des précipitations, c'est la période sèche, dans le cas contraire on dit que c'est la période humide.

CONCLUSION :

A travers ce chapitre, nous avons dégagé les principales caractéristiques climatiques de notre région d'étude.

Il ressort que :

- La région d'étude suivent un climat sec avec régime pluviométrique variable en volume et en répartition dans le temps
- L'année est définie par des hivers pluvieux, des printemps généralement humides et des étés secs, cette répartition saisonnière des précipitations favorise le développement des plantes hivernales quant aux cultures printanières elles dépendent entièrement de irrigation.
- L'examen des températures moyennes permet de conclure que le climat est semi-aride

CHAPITRE II

RESSOURCES EN EAU

INTRODUCTION :

Avant d'entamer l'étude, il faut d'abord localiser et quantifier l'eau nécessaire à l'irrigation pour cela et à travers ce chapitre on a essayé de donner le maximum des informations sur les ressources en eau. Ces paramètres servent à nous aider pour choisir la culture et la méthode d'irrigation convenable.

II.1 PRESENTATION DU BARRAGE :

Le barrage de Koudiat Medaouar sur l'oued Chemorah se situe à l'Ouest du périmètre de Remila au pied des monts Mahmel, Bou Tlarmine et Ichemoul



Figure II.1 :Plans de situation de barrage Koudiat Medaouar (GOOGLE MAP)

Le bassin versant à une forme d'éventail et il est montagneux avec une hydrographie bien développée. Dans sa partie amont, il porte une couverture végétale. La topographie et les conditions climatiques sur le bassin versant sont à l'origine de faibles écoulements de surface et de leur distribution temporelle et spatiale qui n'est pas uniforme.

Les figures présentent le barrage existant et la retenue formée à son amont.



Figure II.2 : Barrage Koudiat Medouar (ONID D`ALGER 2005)



Figure II.3 : Retenue à l'amont du barrage de Koudiat Medouar (ONID D`ALGER 2005)

Le barrage contrôle un bassin versant de 590 km². Comme au site du barrage aucune station hydrométrique n'était pas installée, les mesures de débits n'étaient pas effectuées en conséquence. Les estimations hydrologiques des débits sur l'oued Chemorah au site du barrage de Koudiat Madaouar sont basées sur les mesures et observations hydrologiques de plusieurs années à la station hydrométrique de Chemorah sur l'oued Chemorah, installée plus à l'aval

II.2 CARACTERISTIQUES GENERALES DU BARRAGE :

- Capacité brute : (niv. 902 m)	69 x 10 ⁶ m ³
- Capacité utile :	68,38 x 10 ⁶ m ³
- Volume annuel régularisable	20 x 10 ⁶ m ³ court terme 191 x 10 ⁶ m ³ après le Transfert de Beni Haroun
- Superficie de la retenue (à 902)	6,7 km ²
- Cote de la retenue normale :	902 m
- Cote de la retenue minimale :	875 m
- Cote de la retenue maximale :	907 m

II.3 QUALITE DE L'EAU D'IRRIGATION :

Il faut que l'eau exploitée pour l'irrigation accomplisse certaines conditions qui garantissant le bon développement des plantes, et qui permet d'éviter les impacts négatifs sur la sante publique, l'environnement et le système d'irrigation

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

- La concentration totale en sels dissous
- Le rapport de sodium par rapport aux autres cations
- La présence de bore et d'autres éléments toxiques

Ainsi qu'il a déjà été exposé, le périmètre de Remila Est sera alimenté en eau à partir du barrage de Koudiat Medouar. Les échantillons ont été prélevés une fois par mois.

Les éléments suivants ont été soumis aux analyses de laboratoire. : T[°C] d'eau, pH, Cond à 25°C [µS/cm], M,E,S à 105°C [mg/l], R,S à 105°C, Ca [mg/l], Mg [mg/l], Na [mg/l], K [mg/l], Cl [mg/l], SO₄ [mg/l], HCO₃ [mg/l], HCO₃ [mg/l], O₂Dis [% sat], DCO [mg/l], DBO₅ [mg/l], MO m. acide [mg/l], NO₃ [mg/l], NO₂ [mg/l], NH₄ [mg/l] et PO₄ [mg/l].

Quant au barrage de Koudiat Medour, on ne dispose que d'un résultat moyen de la salinité exprimée comme résidus dissoluble total qui est de 0,7 g/k.

Les résultats d'analyses font apparaître que les eaux appartiennent à la catégorie *Problèmes de moyenne gravité* ce qui signifie que l'eau sera utilisable pour la majorité des cultures :

- Sodium Na [me/l] 4,850 (*Problèmes de moyenne gravité*)
- Chlorures Cl [me/l] 4,830 (*Problèmes de moyenne gravité*)
- Azote potassique NO₃ – N [mg/l] 1,680 (*Sans problème*)
- Soude HCO₃ [me/l] 3,940 (*Problèmes de moyenne gravité*)
- PH 8,24 (Portée normal)

Il demeure entendu qu'elle est à la limite de l'utilisation pour certaines espèces de légumes et de fruits. D'autre part, les rendements des cultures maraîchères telles qu'oignon, chou, pomme de terre et de la plupart des cultures fruitières diminueront de 5 à 10%.

TAB II.1 : Concentration maximales recommandables des éléments-traces dans l'eau d'irrigation

Eléments	Concentration maximale recommandable ² (Mg/l)	Remarque
Al (aluminium)	5,0	Peut provoquer l'infertilité des sols (Ph<5,5), mais les sols à caractère plutôt alcalin (pH>5,5) vont faire déposer les ions et enfreindre sa toxicité
As (arsenic)	0,10	La toxicité des cultures varie largement dans les limites de 12 mg/l pour le Sudan Grass à 0,05 mg/l pour le riz.
Be (béryllium)	0,01	Toxique pour haricot, betterave et navet en concertation sous 0,1 mg/l en solution nutritive. Les limitations conservatives sont recommandables à cause de la capacité potentielle de son accumulation dans les plantes et les sols jusqu'aux concentrations, nuisibles et dangereux pour les gens.
Co (cobalt)	0,03	Toxique pour les tomates en teneur de 0,1 mg/l solution nutritive. Tendance à désactivation en sols neutres et alcalins.
Cr (chromium)	0,1	Son influence sur les plantes en quantités dépassant les limites n'est pas établie
Cu (cuivre)	0,05	Toxique pour nombre important de cultures en quantité de 0,1 à 1,0 mg/l dans une solution nutritive.
F (fluoride)	1,0	Désactivation par les sols neutres et alcalins.
Mo (molybdène)	0,01	N'est pas toxique pour les cultures en concentrations normales dans l'eau et dans le sol.
Ni (nickel)	0,2	Toxique pour une grande partie de cultures en quantités de 0,5 à 1,0 mg/l. Une toxicité limitée en milieu neutre et alcaline.
Pb (plomb)	0,5	Peut compromettre les plantes cultivées en présence de hautes concentrations.
Se (sélénium)	0,015	Toxique pour les plantes cultivées en présence de concentration d'environ 0,025 mg/l
V (vanadium)	0,1	En basses concentrations.
Zn (zinc)	1	

SOURCE (ONID D`ALGER)

II.3.1 LES LIMITES ADMISSIBLES :

La classification des eaux suivant la qualité chimique a été établie selon le diagramme de classification des eaux d'irrigation, en fonction de deux paramètres, celui de la conductivité électrique CE, et le rapport d'absorption du sodium SAR

II.3.1.1 LA CONDUCTIVITE ELECTRIQUE :

La conductivité électrique est une propriété associée à les mobilités 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 :

TAB II.2: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

Conductivité électrique (dS/m)	Concentration (g/l)	Evaluation américaine	Evaluation russe	Evaluation de DURAND pour l'Algérie
CE < 0.25	< 0.2	Faible salé	Faible qualité	Non saline
0.25 < CE < 0.75	0.2-0.5	Moyennement salée		Salinité
0.75 < CE < 2.25	0.5-1.5	Fortement salée	Risque de	moyenne
2.25 < CE < 5	1.5-3	T. fortement salée	salinisation	Forte salinité
5 < CE < 20	3-7	Salinité excessive	Ne peut être utilisée sans lessivage	Très forte salinité Salinité excessive

SOURCE (ONID ALGER)

Remarque :

C1 : convient pour toutes les cultures

C2 : convient pour les plantes moyennement tolérantes

C3 : ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes

C4 : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

L'eau du barrage de Koudiat Medaouar prévue pour l'irrigation du périmètre étudié à une conductivité électrique moyenne CE = 0,72 mmhos/cm, soit donc un risque moyen pour les cultures.

II.3.1.2 LE SAR (SODIUM ABSORPTION RATION) :

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

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} \dots\dots\dots(II.1)$$

SAR= 7,8

Quatre classes de danger d'alcalinisation ont été définies en relation avec le risque salin.

TAB II.3 : **classification des eaux en fonction du SAR**

Classe	SAR	Danger
S1	$SAR \leq 10$	Risque faible
S2	$10 < SAR \leq 18$	Risque moyen
S3	$18 < SAR \leq 26$	Risque élevé
S4	$SAR > 26$	Risque très élevé

Interprétation des classes correspondant aux couples risque salins- risque alcalins :

- C1 S1 eau de bonne qualité. Précautions avec les plantes sensibles
- C1 S2 Qualités moyenne a bonne à utiliser avec précaution dans les sols lourds mal
- C2 S1 draines et pour les plantes sensible (arbres fruitiers)
- C2 S2 Qualités moyenne a médiocre. A utiliser avec précaution nécessite de drainage
- C1 S3 avec doses de lessivage et/ou apports de gypse
- C1 S4 qualités médiocre a mauvais. Exclure les plantes sensibles et les sols lourds
- C2 S3 utilisable avec beaucoup de précaution dans les sols légers et bien draines
- C3 S2 avec doses de lessivage et/ou apports de gypse
- C2 S4 qualités mauvais. A n`utiliser, avec beaucoup de précaution
- C3 S3 risques élevés. Lessivage et apports de gypse indispensable
- C3 S4 Qualités très mauvais. A n`utiliser au dans circonstances exceptionnelles

C4 S4 Eau déconseillée pour l'irrigation

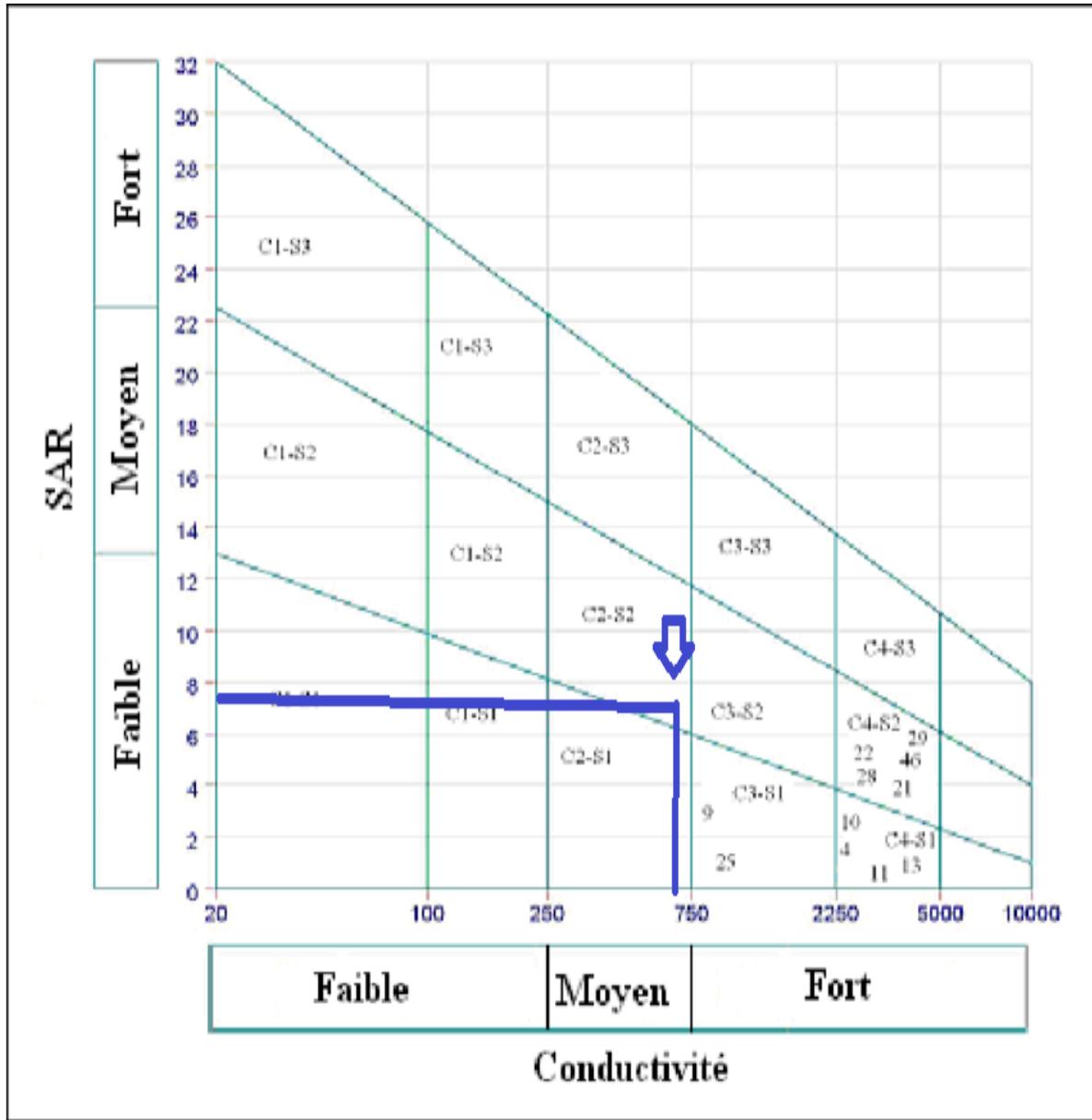


Figure II.4 diagramme de classification de l'eau d'irrigation

Referons au diagramme de classification des eaux d'irrigation, on peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité moyenne avec degré d'alcalinité moyenne aussi, c'est pour ça on le trouve dans l'intervalle (C2 S2), ce qui montre la moyenne qualité de ces eaux.

CONCLUSION :

A travers ce chapitre, nous avons définis les ressources en eaux disponibles dans la région de l'étude.

La principale ressource en eaux sera celle de barrage qu'elle a une capacité de 69Hm^3 et un volume régularise de 20Hm^3

D'après les résultats d'analyse chimique, le calcul de la conductivité électrique CE et le rapport d'absorption du sodium SAR de l'eau d'irrigation, on a constaté que la salinité est inférieure à 1.5mmhos/cm d'après la classification des eaux en Algérie a un degré d'alcalinité $\text{SAR} < 10$ donc on n'a pas un risque de toxicité sur le sol, donc on a une bonne qualité pour l'irrigation.

CHAPITRE III

RESSOURCES EN SOL

INTRODUCTION :

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

Cette définition pratique permet de considérer le sol soit comme un milieu de culture, soit

Comme le simple support des plantes cultivées, ces dernières ont besoins d'eau pour vivre. Ce besoin est mis en évidence en culture non irriguée par la différence des rendements obtenus les années sèches et les années pluvieuses.

L'étude du sol - eau - plante, et La combinaison sol-eau produit un milieu auquel la plante cultivée devra être adaptée. Il ne suffit pas d'apporter de l'eau aux sols pour qu'ils produisent des récoltes, il faut encore en apporter assez pour que les plantes cultivées arrivent à la maturité

III.1 LES DIFFERENTES CLASSES DES SOLS :

Lors de la prospection pédologique nous avons rencontré quatre classes de sols dans le périmètre de Rémila-Ouled-Fadhel sont :

- SOLS PEU EVOLUES,
- VERTISOLS,
- SOLS CALCIMAGNESIQUES
- SOLS HALOMORPHES

III.1.1 LES SOLS PEU EVOLUES :

Ils sont localisés sur les rives des oueds

III.1.2 LES SOLS CALCIMAGNESTIQUE :

Ils sont très répandus dans la plaine. Ils ont été observés sur tous les glacis de la plaine développée sur des accumulation calcaire (croute calcaire dure, encroutement calcaire pulvérulent, niveaux d'amas et de nodules calcaire)

III.1.3 LES VERTISOLS :

Les vertisols sont localisée dans des zones plates et dans des dépressions. Ces sols possédant des caractères très accentués de vertisolisation. Ce caractère et lie surtout au complexe colloïdal gonflant. Le profile contenant une forte teneur en argile subit des gonflements

III.1.4 LES SOLS HALOMORPHES :

Ils occupent une superficie relativement faible et ont été cartographiés en bordure des sebkhas

III.2 LES CRITERE DE CLASSIFICATION :

III.2.1 TEXTURE :

Elle a une influence directe sur la perméabilité et la teneur en eau. Elle est très importante comme critère de classification dans la région de Remila.

III.2.2 PROFONDEUR DE SOL :

Elle définie comme l'épaisseur du sol situé au-dessus d'une couche limite qui est impénétrable aux racines ou à l'eau de percolation. La zone étudiée présente des profondeurs variables, limitées pour certaines d'entre elles par un substratum gréseux et des amas gypseux.

III.2.3 TENEUR EN CARBONATE DE CALCIUM ET DE GYPSE :

La présence de calcaire sous forme actif dans le sol qui a un effet sur l'arrangement structural intervient d'une façon indirecte sur la vitesse d'infiltration et sur les processus d'évaporation. Les tests à l'acide chlorhydrique ont montré que les sols sont calcaires.

III.2.4 DRAINAGE DU SOL:

Un drainage pauvre ou imparfait est un facteur limitant pour la production normale de la végétation.

III.2.5 REGROUPEMENT DES SOLS :

La délimitation des différentes unités pédologiques a été réalisée en tenant compte des paramètres suivants :

- Couleur,
- Texture des sols,
- Profondeur des sols,
- charge caillouteuse,
- Salure,
- Hydromorphie et Calcaire

III.3 ANALYSE DES SOLS AU LABORATOIRE :

Les échantillons prélevés durant la prospection pédologique ont fait l'objet d'analyses suivantes : analyse granulométrique, densité apparente, densité réelle, matière organique, pH Eau, CE mmhos/cm, calcaire total %, calcaire actif %, azote total %, potassium assimilable (meq/100 g), potassium total (meq/100 g), phosphore assimilable (ppm) et phosphore total (ppm), gypse total %.

Les analyses de complexe absorbant (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , T) d'un ou deux profils caractéristiques pour chaque unité définie systématique, marquée comme unité susceptible d'être irriguée ont été effectuées.

III.3.1 ANALYSE DU PROFILE REPRESENTATIF :

Sol peu évolué

Groupe d'apport alluvial

Sous-groupe : halomorphe

Les sols de ce sous-groupe ont été observés au l'Est de la zone étudiée.

III.3.2 DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE DU PROFILE :

- Coordonnées M.T.U. F 32 : $x = 297958$ $y = 3935516$
- Date de prélèvement : 20.07.2004.
- Topographie : plane
- Géomorphologie : terrasse alluviale
- Végétation : légumes, melon, pastèque , céréales .

III.3.3 CLASSIFICATION :

Classe : sol peu évolué

Sous-classe : d'origine non climatique

Groupe : d'apport alluvial

Sous-groupe : halomorphe

Famille : alluvions fines calcaires

Série : niveau marneux (60-70 cm)

Type : limono- argileuse

Travaux recommandés :

- Labours profonds,
- drainage.

III.3.4 DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE :

- 0-20 cm Horizon sec – brun clair, friable à très friable (labours antérieurs), porosité bonne, structure polyédrique fine émoussée bien développée, texture limono- argileuse, présence de quelques efflorescences gypso- salines), vive effervescence à l'HCl généralisée.
- 20-47 Horizon analogue, plus cohérent, mais non compact, structure polyédrique moyenne à grossière moyennement développée, texture limono- argileuse, porosité moyenne vers la base de l'horizon, apparition de quelques éléments marneux de teinte violette, vive effervescence à HCl généralisée.
- 47-70 Sec, brun clair, compact, structure polyédrique grossière moyennement développée, nombreuses efflorescences gypso salines, porosité médiocre, texture argilo- limoneuse, vive effervescence HCl généralisée.
- 70-120 Niveau hétérogène comprenant des marnes de couleur brun jaunâtre, efflorescences gypso - salines plus nombreuses que dans les horizons précédents texture limono- argileuse, vive effervescence à l'HCl généralisée.

TAB III.1 : Les caractéristiques physico-chimiques de profil

Coordonnées M.T.U. F 32 : x=297958 y=3935516		Date de prélèvement :			
20.07.2004.					
NOM DU SOL Sol peu évoluée, d'origine non climatique, d'apport alluvial, halomorphe					
HORIZONS		H1	H2	H3	H4
Profondeur de prélèvement des échantillons (cm)		0-20	20-47	47-70	70-120
GRANULOMETRIE	A %	48.15	45.66	48.28	48.19
	LF/%	23.14	23.05	22.1	23.15
	LG %	21.12	17.36	15.82	12.07
	SF %	7.44	7.68	7.05	8.44
	SG %	10.15	6.25	6.75	8.15
MATIERES ORGANIQUES	MO %	1.63	0.6	0.43	0.19
	C ‰	9.29	3.54	2.54	1.14
	N ‰	0.51	0.34	0.39	0.39
	C/N	10.22	10.41	6.5	2.92
RESERVE MINERALES	CaCO ₃ TOTAL %	19.44	20.02	21.5	23.01
	CaCO ₃ ACTIF %	2,045	2,267	2,284	2,175
	P ₂ O ₅ ASSIMIL (PPM)	24.75	23.74	21.05	21.75
	P ₂ O ₅ TOTAL ‰	33.25	33.15	39.06	24.75
	K ₂ O ASSIMIL en méq /100 g	0.41	0.19	0.2	0.21
	K ₂ O TOTAL ‰	1.4	0.9	0.74	0.7
COMPLEXE ABSORBANT	Ca ⁺⁺ en méq /100 g	13	10.5	8	9.2
	Mg ⁺⁺ en méq /100 g	4.1	2.2	2.6	4.3
	K ⁺ en méq /100 g	1.91	0.7	0.49	0.53
	Na ⁺ en méq /100 g	0.51	0.5	0.4	0.48
	CEC en méq /100 g	14	10	10	10.1
SOLUTION DU SOL	pH Eau	7.4	7.15	8.41	8.01
	C.E. mmhos/cm	0.73	0.68	1.26	1.41
	CO ₃ H - méq /l	2		0.6	1.9
	SO ₄ - méq /l	34.6		35	41.7
	Cl - méq /l	1.4		29	23.4
	Ca ⁺⁺ méq /l	31.2		39.8	38.3

III.3.5 INTERPRETATION DES RESULTATS DES ANALYSES DE LABORATOIRE :

Les propriétés physiques de ce sol montrent une teneur notable en argile totale (fraction <0,02 mm) dans la composition granulométrique et dans la première couche (0-30 cm). La teneur en argile est plus de 90%.

Le taux de fraction inférieure à 0,002 mm dans la granulométrie est légèrement inférieur à celui intervenant dans les sols du sous-groupe vertique et il se situe entre 45.66 à 48.28%. Cela a des répercussions positives sur les propriétés physiques de ces sols.

Les propriétés chimiques de ces sols montrent une réaction alcaline neutre à légère avec des valeurs de pH dans la couche (0-47 cm) comprises entre 7,15 et 7,40. La teneur en CaCO_3 dans la couche 0-47 cm varie de 19.44 à 20.02% et augmente légèrement avec la profondeur du profil. La teneur en matière organique de 0-47 cm se trouve comprise entre 0.6 – 1,63 %, alors que la teneur en azote total est 0,34-0.51 ‰ ce qui indique une richesse médiocre des sols en cet élément important pour la nutrition des plantes. Le sol est riche en P_2O_5 ASSIMILABLE (>20 meq/100 gr.) Et il est pauvre en K_2O assimilable (0,41 meq/100 g).

La teneur en sels < 4 mmhos dans la partie supérieure du profil limite notablement le choix des plantes à cultiver et se reflète négativement sur la productivité et par là sur la valeur productive des sols qui sera aussi diminuée en conséquence.

III.4 ETUDE DES APTITUDES CULTURALES :

L'étude des aptitudes culturales permet de caractériser les sols du point vue culture, et d'orienter les agriculteurs dans leurs choix des spéculations agricole. Dans notre cas, cette étude a été faite d'après les analyses pédologiques faites sur le terrain

Les aptitudes culturales des sols de notre périmètre sont résumées comme suit :

III.4.1 LES CULTURES ARBUSTIVES :

Elles ont en général, une exigence en eau plus élevée que les autres cultures. En outre, l'altitude élevée ainsi que la présence de gelée peuvent devenir un obstacle à l'introduction dans la région de certaines variétés d'arbres.

Pour toutes ces raisons, il serait souhaitable, dans un premier temps d'effectuer une expérimentation sur des zones de superficie restreinte.

- **Sols bons pour** : pêcher sur prunier St Julien, pommier, prunier su prunier St Julien olivier, et figuier.
- **Sols moyens pour** : abricotier sur prunier myrobolan, prunier sur prunier myrobolan, cerisier sur merisier.

III.4.2 LES CULTURES MARAÎCHÈRES:

Les cultures maraîchères, en irrigué, offrent plus d'intérêt que les cultures arbustives et industrielles.

Cependant, l'implantation de brise vents leur est indispensable. Elles doivent être aussi bien aérées et éclairées. En outre, pour obtenir de bons rendements, elles demandent certains travaux et aménagements du sol, à savoir :

- Des défoncements qui ameublissent le sol sur une profondeur de 50 à 60 cm. Leur influence est importante, essentiellement pour les espèces à racines pivotantes.
- Des labours qui doivent être exécutés à la bonne période car le choix de leur date est important pour les sols à textures fines et très fines. Il faut labourer juste au moment où le sol est suffisamment ressuyé sans avoir eu le temps de se durcir.
- D'autres travaux de préparation du sol tels que les hersages, râtelages doivent être pratiqués immédiatement après les labours de printemps et d'été. Le sol deviendra ainsi, plus friable et les mauvaises herbes seront éliminées.
- Des façons superficielles d'entretien telles que le binage, le paillage sont également indispensables car elles permettent une meilleure infiltration des eaux et une bonne aération du sol.

Aptitude :

- **Sols bons pour :** artichaut, tomate, oignon, navet, poivron, chou-fleur, chou pommé, laitue et fraisier
- **Sols moyens pour :** tomate, ail, aubergine, pastèque, melon, piment, haricot, concombre et pois.

III.4.3 LES CULTURES CEREALIERES ET FOURRAGERES

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

Les cultures fourragères telles que la luzerne, le bersim, le sorgho, le maïs et la vesce avoine deviennent possibles, en irrigué, à introduire dans la région, car elles permettent de développer l'élevage, et leurs résidus végétaux constitueront des amendements qui contribueront à l'amélioration de la majorité des sols de textures fines à très fines et de structure défavorable.

Aptitude :

- **Sols bon pour** : bersim, sorgho, maïs, fétuque, vesce avoine, ray gras, blé dur, blé tendre et orge

III.4.4 LES CULTURES INDUSTRIELLES :

Le coton : sera difficile à introduire dans la région car il est gêné par l'altitude. La limite admise pour sa culture en irrigué est inférieure à 600 mètres.

Le lin : réussit bien sur les sols à blé tendre. Il peut donc prendre la place à une céréale ou la suivre dans un assolement, mais ne peut la précéder.

Le tabac : de toutes les cultures industrielles, il est le plus avantageux à condition de l'entourer de tous les soins qu'il exige.

Aptitude :

- **Sols moyens pour** : Tournesol et coton

III.5 CONTRAINTES PEDOLOGIQUES**III.5.1 LA PROFONDEUR DU SOL :**

Le sol constitue un réservoir dont sa capacité de rétention de l'eau dépend de son épaisseur évaluée et librement accessible aux racines, ainsi que la structure de ces différents horizons.

La plupart des sols étudiés dans la plaine sont moyennement profonds à profonds.

Dans la partie sud-est et sud-ouest de la zone d'étude où sont représentés les sols bruns calcaires, ont été identifiées et levées les surfaces dont la couche arable est moins de 50 cm de profondeur. Les principaux niveaux observés sont les croûtes et encroûtement calcaires à diverses profondeurs.

La meilleure solution à envisager dans ces sols est le labour profond ou sous-solage avec l'apport d'amendements organiques et le drainage.

III.5.2 TEXTURE ET STRUCTURE :

Si l'on exclut les sols bruns calcaires modaux du Sud de la région étudiée, on constate que la texture générale des sols de la plaine de Remila est fine à très fine : c'est pour cette raison entre autres, que l'on a exclu de nombreuses zones les cultures arbustives.

1. Teneur en calcaire (total, actif)

En dehors de la zone au Sud-Est de la plaine étudiée, où l'on a un encroûtement calcaire généralisé, les sols une teneur en calcaire total élevée (variant de 25 à plus de 30%).

La teneur en calcaire actif (variant de 12 à 16% est un facteur défavorable à de nombreuses cultures .

Le calcaire, à des teneurs élevés, est défavorable à de nombreuses cultures, car il peut engendrer le « blocage » d'engrais (notamment les phosphates) qui seraient apportés au sol.

2. Salure et alcalisation

La concentration des sels peut influencer le sol directement ou indirectement de plusieurs manières :

- Influence directe :

L'accumulation des sels dans le sol entraîne une augmentation de la pression osmotique de la solution du sol et rend ainsi plus difficile l'absorption de l'eau par les plantes : pour une même humidité, un sol halomorphe sera plus sec qu'un sol non salé (sécheresse physiologique).

- Influence indirecte :

Une teneur élevée en sodium échangeable (alcalinité sodique) va provoquer, dans les cas extrêmes, la dégradation de l'argile (solarisation)

Les limites de salure ont souvent fait l'objet de publication nombreuses car elles-mêmes étant en rapport avec d'autres caractères des plantes et du sol.

En dessous de 4 mmhos/cm : on considère que la fertilité du sol n'est pas touchée ;

Entre 4 et 7 mmhos/cm : la fertilité du sol est légèrement affectée ;

Entre 7 et 16 mmhos/cm : la fertilité du sol est faible.

Au delà de 16 mmhos/cm : salure forte- fertilité nul

III.5.3 PENTE (TOPOGRAPHIE) :

Les sols halomorphes à pseudo sable sont tous situés à des pentes trop élevées pour que l'on puisse penser à les irriguer (ceci en dehors de leur salure trop élevée qui empêche leur irrigation).

Les meilleurs sols de la plaine de Remila sont constitués par les sols bruns calcaires modaux (au Sud de la région étudiée), mais ils sont situés à une altitude beaucoup plus élevée que celle où se

trouve la plupart des forages réalisés (souvent plus de 20 m d'altitude). Cela également écarte l'éventualité d'irriguer les meilleurs (d'une manière « absolue) sols avec les eaux des forages (la dénivelée et distance trop longues d'adduction seraient trop onéreuses.

III.6 TRAVAUX ET AMENAGEMENTS :

III.6.1 LUTTE CONTRE L'EROSION :

Dans la plaine étudiée, la déflation éolienne se poursuit pendant la période estivale, à partir des zones déprimées mais elle a une importance très limitée. En outre, les sols étant très lourds et présentant une salure moyenne à forte, l'arboriculture en tant que moyen d'enrayer l'action du vent n'est pas à conseiller.

III.6.2 TROUS DE PLANTATION PROFOND :

Pour les zones où les cultures arbustives sont possibles (le plus souvent avec le concours de l'irrigation) et en raison de la texture fine des sols, les trous de plantation profonds permettront un bon développement et surtout un bon enracinement.

III.6.3 TRAVAIL DU SOL :

Dans cette plaine de Remila où la céréaliculture et, à un degré moindre, les cultures fourragères constituent les principales spéculations, la pratique de la jachère travaillée sera recommandée dans le but d'améliorer les propriétés physiques des sols lourds et leurs réserves en eau.

III.6.4 AMENDEMENTS :

Les résultats des analyses de laboratoire font apparaître que les sols de la zone étudiée sont en général riches en P_2O_5 assimilables et pauvre en teneur en K_2O assimilables.

Des apports d'engrais (P et K) sont vivement recommandés : cependant, on prendra soin, surtout pour les engrais Potassiques, de fractionner les apports afin que ces engrais soient effectivement utilisables par les plantes (la forte teneur en calcaire des sols de la plaine de Remila risque d'aboutir à un blocage sous forme non assimilable des engrais phosphatés si ces derniers étaient incorporés d'une manière massive).

CONCLUSION :

A travers ce chapitre, on a conclu que :

La granulométrie du sol est argileux-limoneux

La conductivité électrique ne dépasse pas 4mmhos/cm, donc on n'a pas un problème de salinité.

CHAPITRE IV

ETUDE HYDROLOGIQUE

INTRODUCTION :

Le présent chapitre a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'étude d'un système d'irrigation, tels que : le calcul des besoins des cultures à projetées dans le périmètre, ainsi que : le dimensionnement de réseau de distribution.

IV.1 RESEAU PLUVIOMETRIQUE :

La région d'étude dispose de trois (03) stations pluviométrique (boulhilet, timgad, touffana) gérées par l'Agence Nationale des Ressources en Hydrauliques (ANRH)

Le tableau N°IV.1 décrit ci-dessous, nous indique la position de la station.

TAB IV.1 : caractéristiques de la station pluviométrique boulhilet

Nom de la station	Code	Coordonnées en Lambert		Altitude (m)	Période d'observation	Nombre d'année observées
		X(Km)	Y(Km)			
BOULHILET	070502	858.4	277.55	859	1968/2009	42

SOURCE (ONID D`ALGER)

IV.1.1CHOIX DE LA STATION REPRESENTATIVE DE LA ZONE D'ETUDE :

Notre choix se pose sur la station pluviométrique de BOULHILET. Cela, étant lié à une série de facteurs tel que :

- Localisation géographique, celle-ci étant presque au centre du périmètre
- Les relevés de la station sont récents et s'étalent sur une période d'observation acceptable
- Les relevés d'observation des autres stations, présentent souvent des lacunes répétées
- L'altitude de la station pluviométrique a une valeur proche de l'altitude moyenne de notre bassin.

La série des précipitations moyennes mensuelles de la station pluviométrique boulhilet est donnée dans le tableau ci-après :

TAP.IV.2 : pluies mensuelles enregistrées à la station pluviométrique bouhilet (1968-2009)

Annee	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fevr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	Total
1968	5.5	0	0	2.8	4.6	1.7	3.4	0	0	0	1.3	18	37.3
1969	13.5	101.1	0.0	5.5	1.8	0.0	0.4	56.9	29.5	0.0	0.3	0.0	209.0
1970	0.8	10.6	0.0	0.0	3.5	19.5	11.9	1.3	19.6	0.0	0.4	0.0	67.6
1971	1.9	0.4	1.7	0.8	4.9	2.0	3.1	3.8	4.6	0.0	2.9	14.5	40.6
1972	60.5	64.0	6.0	41.5	40.5	33.0	83.0	33.0	14.0	30.0	0.0	25.0	430.5
1973	2.5	8.0	6.0	65.0	0.1	9.0	14.6	17.0	1.0	1.0	0.0	0.0	124.2
1974	2.9	24.8	11.3	4.5	15.0	32.9	42.0	15.0	58.0	0.0	0.0	0.0	206.4
1975	28.5	0.0	24.0	0.0	15.5	36.0	53.0	20.5	53.0	48.0	10.0	0.0	288.5
1976	16.0	8.0	18.0	11.0	8.0	0.0	10.0	25.0	22.0	16.0	0.0	23.0	157.0
1977	0.0	0.0	34.0	0.0	0.0	22.5	2.0	7.0	2.0	0.0	0.0	6.0	73.5
1978	0.0	13.0	0.8	0.0	3.0	37.0	16.0	30.0	0.0	6.0	6.0	0.0	111.8
1979	29.0	15.0	3.0	3.0	11.0	21.0	33.0	30.0	17.0	0.0	0.0	1.0	163.0
1980	15.0	0.0	22.4	39.0	8.0	27.0	12.0	7.0	0.0	22.0	0.0	6.0	158.4
1981	22.0	7.0	14.7	8.3	20.6	19.3	21.4	33.2	19.7	11.0	0.0	0.0	177.2
1982	8.2	38.0	31.0	2.9	0.0	4.7	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	86.7
1983	0.5	2.8	4.4	3.2	3.3	5.8	0.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.3	21.2
1984	1.4	6.6	1.5	70.9	62.9	6.0	60.0	1.9	35.0	6.0	0.0	0.0	252.2
1985	44.7	18.6	13.2	4.6	12.7	4.2	42.2	7.6	45.0	4.5	0.0	15.5	212.8
1986	48.0	7.0	6.2	23.0	12.5	21.6	18.0	0.0	5.0	12.6	12.5	0.0	166.4
1987	0.0	9.5	12.9	3.5	7.1	13.5	12.3	14.0	19.8	30.0	0.0	0.4	123.0
1988	18.0	7.3	21.3	46.1	7.3	17.3	24.7	21.8	23.8	24.0	7.0	40.5	259.1
1989	19.5	7.0	10.0	1.7	83.1	0.0	19.7	16.3	91.8	0.0	0.0	60.2	309.3
1990	30.6	0.0	25.5	40.0	9.7	17.4	86.0	14.5	43.0	25.4	22.4	4.0	318.5
1991	22.5	25.0	17.5	14.5	22.2	44.0	71.0	25.5	85.0	0.0	27.5	12.0	366.7
1992	13.2	4.0	35.0	68.8	34.0	24.0	7.5	0.0	31.1	8.0	12.2	35.0	272.8
1993	4.0	2.5	5.5	29.0	26.9	18.1	34.2	13.0	24.9	0.0	7.5	1.6	167.2
1994	43.2	62.7	11.8	2.6	45.6	0.0	10.3	14.5	2.5	44.0	0.0	2.0	239.2
1995	28.7	9.5	0.1	12.5	101.0	129.9	40.5	69.0	12.9	19.3	0.0	1.0	424.4
1996	0.0	0.0	2.0	6.9	15.2	8.0	3.0	39.0	0.0	9.8	1.0	10.9	95.8
1997	87.4	24.2	63.7	7.3	3.2	9.0	23.0	6.8	19.1	26.5	0.0	0.0	270.2
1998	9.0	36.5	30.1	14.0	40.6	9.4	16.4	6.3	17.7	8.0	1.8	7.0	196.8
1999	17.9	5.0	57.8	55.8	11.6	12.2	2.0	2.5	15.3	64.2	0.0	19.5	263.8
2000	43.3	1.0	3.5	13.8	29.9	2.3	7.7	5.0	60.0	0.0	0.0	0.0	166.5
2001	12.3	4.0	11.5	2.9	4.8	4.1	14.5	16.7	1.0	6.2	15.5	40.0	133.5
2002	5.5	1.0	42.0	33.1	96.1	22.4	17.6	58.2	24.9	22.3	0.0	13.1	336.2
2003	26.5	89.5	0.4	10.8	25.3	1.6	16.5	4.9	91.1	5.5	0	0	272.1
2004	19	14.3	36.7	64	7.7	17.4	3.8	39	0	6	8	4.2	220.1
2005	11.6	2	7.6	26.5	15.6	27	6	46	22.9	0	0	4.7	169.9
2006	7	0	3	29.2	9.4	24	35.2	26.4	4	0	0	15	153.2
2007	41.8	0	18	1	1.5	3	23.2	13	40.2	7.3	0	9.7	158.7
2008	11.4	10.6	9.6	5.3	0	2.6	0	46	9.9	0	0	39	134.4
2009	48.1	0	1	3.2	21.7	9	6	27.5	7	0	0	0	123.5

Au vu du tableau IV.2 la répartition des précipitations est irrégulière et variable suivant les mois et les années

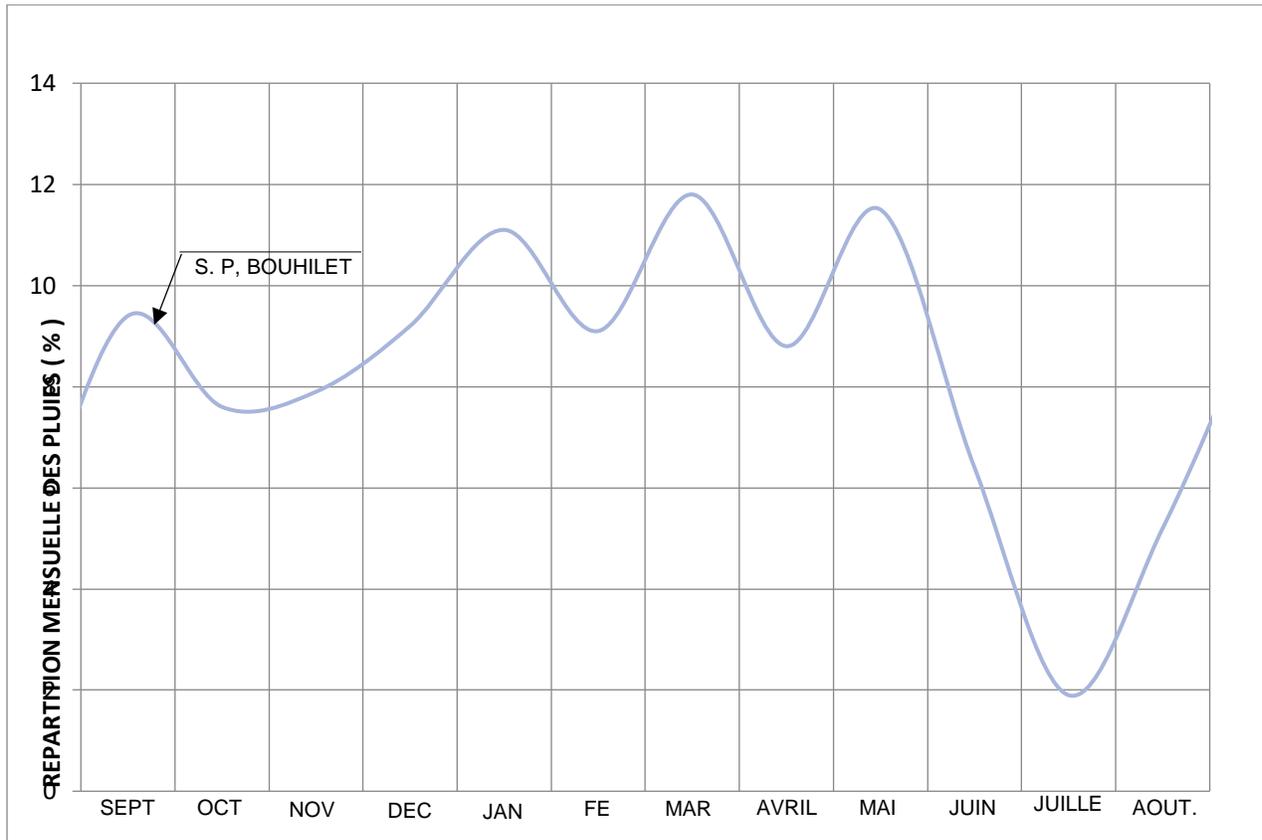


Figure IV.1 : Répartition des pluies de l'année

IV.2 HOMOGENEITE DE LA SERIE PLUVIOMETRIQUE :

Pour vérifier l'homogénéités de la série pluviométrique on procède au test de Wilcoxon la vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé ci-dessous :

- On divise la série complète en deux sous série : x et y tel que : N1 et N2 représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement N1<N2
- On constitue par la suite, la série x union y après avoir classe la série de pluie d'origine par ordre croissant. A ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée

Avec :

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

$$W_x = |Rang|x$$

Wx : somme des rangs de sous séries

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

$$W_{\max} = \left[(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - W_{\min} \right] \dots\dots\dots(IV.2)$$

IV.2.1 TEST DE WILCOXON POUR LA STATION DE BOULHILET, CODE (070502) :

Le tableau TAP.IV.3 détaille le procédé de Test d’homogénéité pour la station de boulhilet, code (070502)

D’après TAP.2IV.3 on a :

- $W_x = 208$
- $W_{\min} = 202.7$
- $W_{\max} = 357.3$

On a donc $W_{\min} < W_x < W_{\max} \iff 202.7 < 208 < 357.3$

La condition de M^r Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station de boulhilet, code (070502) est homogène

TAP.IV.3 : Test de Wilcoxon pour la station de boulhilet (070502).

RANG	P(mm)	Serie x	Serie y	x union y
37.3	37.3	259.1	21.2	x
209	209	309.3	37.3	x
67.6	67.6	318.5	40.6	x
40.6	40.6	366.7	67.6	y
430.5	430.5	272.8	73.5	x
124.2	124.2	167.2	86.7	y
206.4	206.4	239.2	95.8	y
288.5	288.5	424.4	111.8	x
157	157	95.8	123	y
73.5	73.5	270.2	123.5	y
111.8	111.8	196.8	124.2	x
163	163	263.8	133.5	y
158.4	158.4	166.5	134.4	y
177.2	177.2	133.5	153.2	y
86.7	86.7	336.2	157	x
21.2	21.2	272.1	158.4	x
252.2	252.2	220.1	158.7	y
212.8	212.8	169.9	163	x
166.4	166.4	153.2	166.4	x
123	123	158.7	166.5	y
259.1		134.4	167.2	y
309.3		123.5	169.9	y
318.5			177.2	x
366.7			196.8	x
272.8			206.4	x
167.2			209	x
239.2			212.8	x
424.4			220.1	y
95.8			239.2	y
270.2			252.2	x
196.8			259.1	y
263.8			263.8	y
166.5			270.2	y
133.5			272.1	y
336.2			272.8	y
272.1			288.5	x
220.1			309.3	y
169.9			318.5	y
153.2			336.2	y
158.7			366.7	y
134.4			424.4	y
123.5			430.5	x

IV.4 ETUDE STATISTIQUE DES PRECIPITATION :

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

- Loi de Gauss ou loi Normale
- Loi de Galton ou loi log –Normale

IV.4.1 L’AJUSTEMENT A LA LOI NORMAL :

- L’ajustement à la loi normal est fait par le logiciel HYFRAN
- L’ajustement des séries par la loi normale appelée souvent loi de Gauss s’adapte bien avec les pluies moyennes annuelles. En effet sa fonction de répartition est de la forme

$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u \text{Exp}\left(\frac{-x^2}{2}\right) dx \dots\dots\dots(IV.3)$$

TAP IV.4 : les résultats de calcul par la loi normal

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de	Confiance 95%
10000	0.999	565	44.2	478	651
2000	0.9995	522	39.7	444	599
1000	0.999	501	37.7	427	575
200	0.995	450	32.6	386	513
100	0.99	424	30.2	365	484
50	0.98	397	27.6	343	451
20	0.95	356	24	309	403
10	0.9	319	21.1	278	361
5	0.8	275	18.1	239	310
3	0.6667	234	16.3	202	265
2	0.5	190	15.5	160	221
1.4286	0.3	137	16.6	105	170
1.25	0.2	106	18.1	70	141
1.1111	0.1	61.2	21.1	19.9	103
1.0526	0.05	24.6	24	-22.4	71.6
1.0204	0.02	-16.6	27.6	-70.7	37.6
1.0101	0.01	-44	30.2	-103	15.1
1.005	0.005	-69.1	32.6	-133	-5.26
1.001	0.001	-121	37.7	-195	-47
1.0005	0.0005	-141	39.7	-219	-63.1
1.0001	0.0001	-184	44.2	-271	-97.6

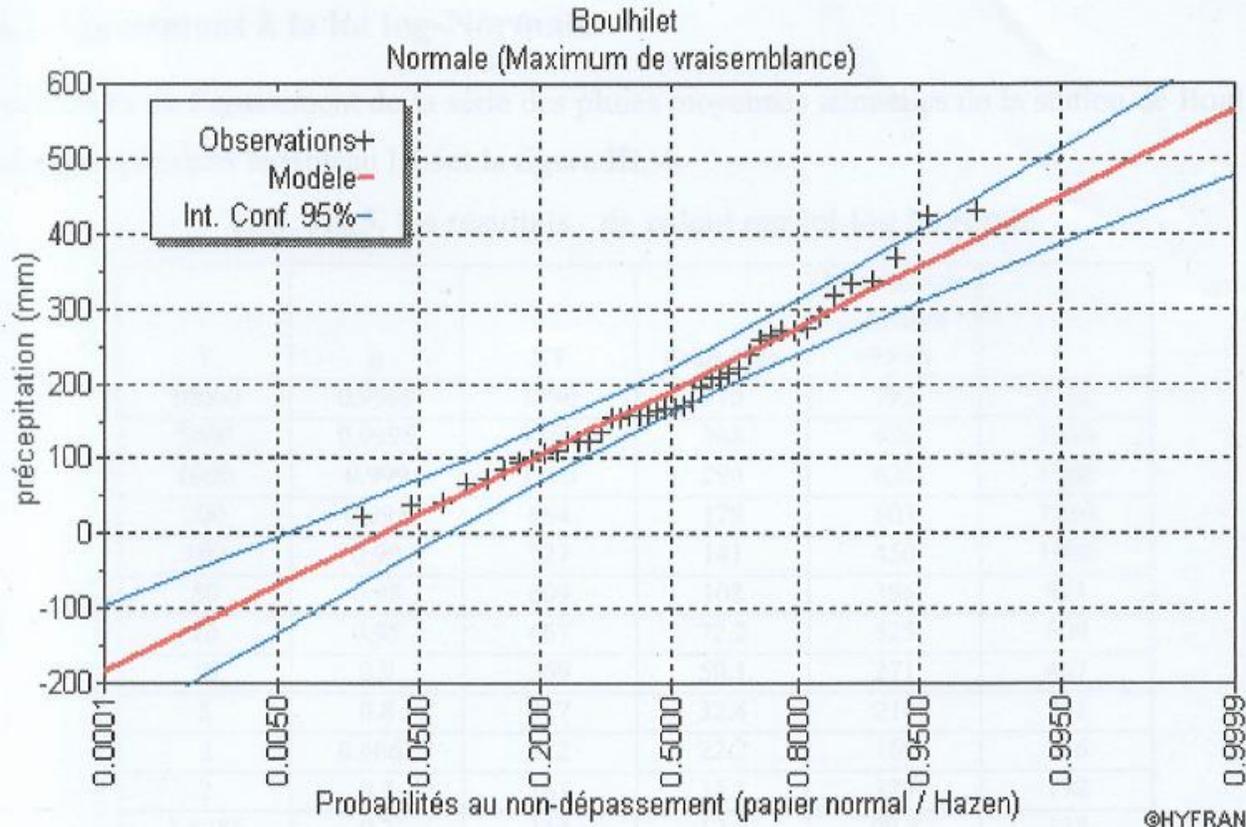


Figure IV.2 : Ajustement a une loi normale

IV.4.2 AJUSTEMENT A LA LOI LOG- NORMAL :

L'ajustement à la loi log normal est fait par le logiciel HYFRAN

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de bouhilet, code (070502) est regroupé dans le tableau et la figure :

TAP IV.5 : les résultats de calcul par la loi log normal

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de	confiance 95%
10000	0.999	1790	510	793	2790
2000	0.9995	1360	348	676	2040
1000	0.999	1190	290	625	1760
200	0.995	854	179	503	1210
100	0.99	727	141	450	1000
50	0.98	609	108	396	821
20	0.95	467	72.2	325	609
10	0.9	369	50.1	271	467
5	0.8	277	32.4	214	341
3	0.6667	212	22.2	169	256
2	0.5	161	16.1	129	192
1.4286	0.3	114	12.2	90.4	138
1.25	0.2	93.1	10.9	71.8	114
1.1111	0.1	70	9.5	51.3	88.6
1.0526	0.05	55.3	8.55	38.5	72
1.0204	0.02	42.4	7.54	27.6	57.2
1.0101	0.01	35.5	6.91	22	49.1
1.005	0.005	30.2	6.34	17.8	42.7
1.001	0.001	21.6	5.26	11.3	32
1.0005	0.0005	19	4.87	9.47	28.6
1.0001	0.0001	14.4	4.1	6.37	22.4

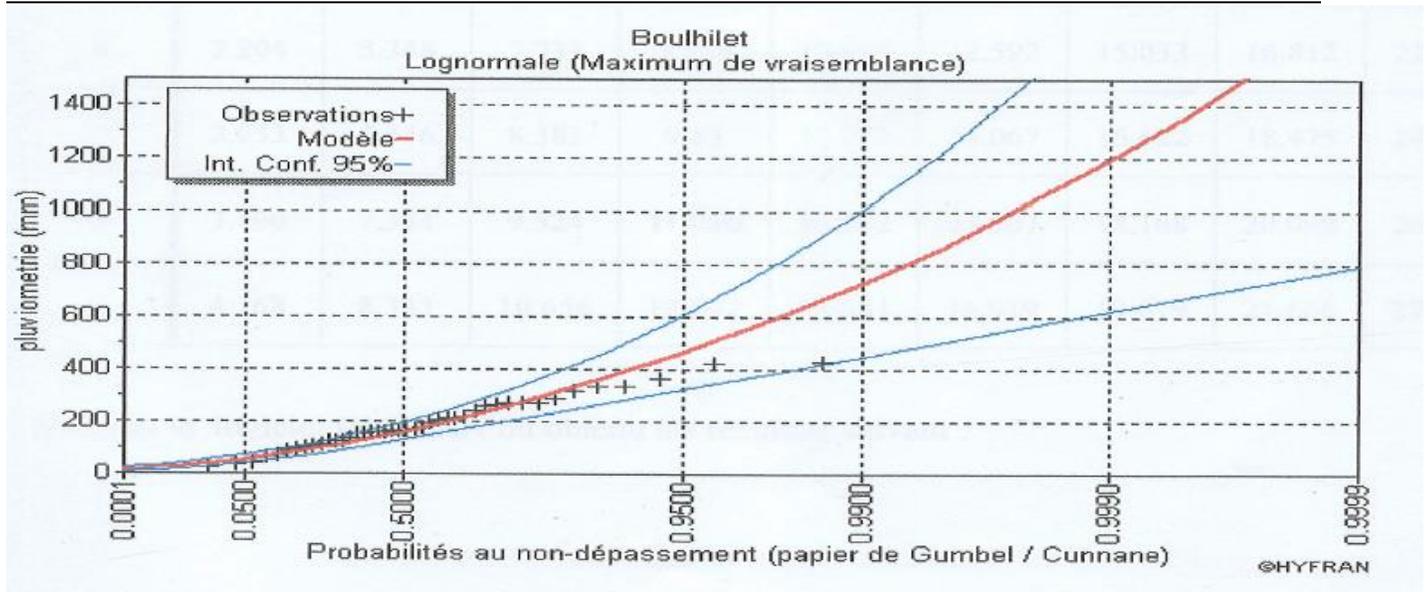


Figure IV.3 :Ajustement a une loi log-normale

IV.5 TEST DE VALIDITE DE L'AJUSTEMENT A LA LOI NORMAL ET LOI LOG NORMAL :

IV.5.1 TEST DE KHI CARREE :

- On calcule χ^2 calculi
- On calcule le nombre de degré de liberté Y
- On détermine χ^2 (théorique) sur la table de Pearson III

Avec : χ^2 (théorique) = g (Y, α)

La loi est adéquate pour une erreur $\alpha=0.05$ si seulement si : X^2 (calculé) < X^2 (théorique)

TAB IV.6 : table du X^2

α Y	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.016	0.455	1.074	1.642	2.705	3.841	5.412	6.635	10.827
2	0.211	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.824	9.21	13.815
3	0.584	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	9.837	11.345	16.266
4	1.064	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	11.668	13.277	18.467
5	1.61	4.351	6.064	7.289	9.236	11.07	13.388	15.086	20.515
6	2.204	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	15.033	16.812	22.457
7	2.833	6.346	8.383	9.83	12.017	14.067	16.622	18.475	24.322
8	3.49	7.344	9.524	11.03	13.362	15.507	18.168	20.09	26.125
9	4.168	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	19.679	21.666	27.877

D'après le logiciel de HYFRAN ont obtenu les résultats suivants

1. Pour la loi normale :

$$X^2_{\text{calculé}} = 6.6 \quad y=5 \quad 0.3 < p(X^2_{\text{calculé}}) = 0.36 < 0.5 \quad \text{c'est vérifiée}$$

D'après la table de Pearson du X^2 on a :

$$X^2_{\text{théorique}} = 11.07$$

$$X^2_{\text{calculé}} = 6.6 < X^2_{\text{théorique}} = 11.07$$

Donc l'ajustement est à considérer

2. Pour la loi log normal :

$$X^2_{\text{calculé}} = 7.02 \quad y=5 \quad 0.3 < p(X^2_{\text{calculé}}) = 0.32 < 0.5 \quad \text{c'est vérifiée}$$

D'après la table de Pearson de X^2 on a :

$$X^2_{\text{théorique}} = 11.08$$

$$X^2_{\text{calculé}} = 7.02 < X^2_{\text{théorique}} = 11.08$$

Donc l'ajustement est à considérer .D'après les valeurs du $P(X^2_{\text{calculé}})$, nous constatons que l'échantillon s'ajuste mieux à la loi log normale

IV.6 DETERMINATION DE L'ANNEE DE CALCUL :

Détermination de l'année de calcul a pour but de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante ; elle est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%), (de l'année de calcul P80%)

Pour trouve la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80% on utilise la loi suivante :

$$P_{\text{moy 80\% de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P(\text{théorique 20\% annuelle})}{P(\text{théorique 50\% annuelle})} \dots\dots\dots (IV.4)$$

Les valeurs de $P_{\text{théorique 20\%}}$ et de $P_{\text{théorique 50\%}}$ sont consignées dans le Tableau IV.4

P_{moy} de chaque mois sont données par le tableau suivant :

TabIV.7 pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
P_{moy}	20.17	17.09	20.27	19.41	20.93	11.50	3.24	9.36	19.5	15.25	14.87	18.53
P_{moy} 80%	17.95	15.21	18.04	17.27	18.63	10.24	2.88	8.33	17.36	13.57	13.23	16.49

PLUVIOMETRIE ANNUELLE = 190.22 mm

PLUVIOMETRIE ANNUELLE 80% = 169.2 mm

CONCLUSION :

Au cours de ce chapitre, dégager les principales caractéristiques statistiques de la série pluviométrique, retenue comme représentative de la zone de projet

Quant à l'ajustement des séries de pluies moyenne annuelles, il faut signaler que le test de Khi carré a montré un ajustement à considérer avec les deux lois

Concernant l'ajustement des séries des pluies moyenne annuelles, on constate que la loi log normal (vérifier) adoptée dans notre projet

Les calculs manuels des expressions statistique nécessitent plus temps, mais avec l'outil informatique, on parvient aisément aux résultats escomptes et l'utilisation des logiciels tel que HYFRAN nous a permis l'élaboration des analyses statistique les plus courantes en hydrologie.

CHAPITRE V

BESOIN EN EAU DES CULTURES

INTRODUCTION :

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

Ces derniers sont importants à connaître, car ils peuvent nous indiquer si la quantité d'eau est suffisante ou pas donc les calculs permettent de confirmer que le volume d'eau stocké au niveau de réservoir est suffisant pour irrigation de notre périmètre.

V.1 : REGIME D'IRRIGATION :

Le régime d'irrigation est défini comme étant l'ensemble du nombre de doses d'arrosage qu'il faut appliquer aux cultures au cours de toute leur période de végétation dans le but de compenser le déficit hydrique dans la couche active du sol.

V.2 : LES BESOINS EN EAU DES CULTURES :

V.2.1 : GENERALITE :

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

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

V.2.2 : L'EVAPOTRANSPIRATION :

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

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

V.2.3 : METHODES D'EVALUATION DE L'EVAPOTRANSPIRATION :

Il n'est pas question ici de présenter en détail toutes les méthodes utilisées pour le calcul de l'évapotranspiration des cultures. On distingue généralement deux types :

- Les méthodes directes.
- Les méthodes indirectes

a- METHODES DIRECTES:

- **L'évapotranspiromètre ou cuve lysimétrique** : Comme son nom l'indique, l'appareil sert à mesurer l'évapotranspiration en un lieu donné du sol nu ou plus généralement d'un couvert végétal.

- **Le bac évaporant**

Cet appareil très simple permet de mesurer directement l'évapotranspiration d'une nappe d'eau libre. Sous réserve qu'il soit correctement installé, il permet d'obtenir une bonne estimation de l'ETP.

- **L'évaporomètre piche**

Il s'agit d'un tube de verre rempli d'eau et fermé à son extrémité inférieure par une rondelle de papier buvard. La tranche d'eau évaporée à partir de celle-ci se lie directement sur les graduations du tube.

b- METHODES INDIRECTES :

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

1) Formule de Blaney et Criddle :

A la suite de nombreuses expérimentations, Blaney et Criddle ont estimé que la température et la durée du jour étaient les facteurs déterminants de l'évapotranspiration potentielle. Ils ont proposé la formule suivante :

$$ETP=K(0,46t+8,13)P \dots\dots\dots(V.1)$$

Dans laquelle :

ETP : Evapotranspiration potentielle en mm/jour.

t : température moyenne (en degré Celsius) durant la période considérée (généralement le mois).

P : pourcentage de la durée moyenne du jour pendant la même période, par rapport à la durée moyenne du jour pour l'année.

K : Coefficient dépendant du stade végétatif de la culture et de la température moyenne (de la zone climatique).

2) Formule de Turc

Si l’humidité relative est supérieure à 50%, l’évapotranspiration potentielle est donnée par :

$$ETP=0,40(Ig+50) \times \frac{T}{T+15} \text{ en (mm/mois) } \dots\dots\dots(V.2)$$

Dans laquelle :

ETP : Evapotranspiration mensuelle (mm).

T : Température moyenne mensuelle (°C).

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

Remarque :

Le coefficient 0,40 est réduit à 0,37 pour le mois de février.

Si l’humidité relative de l’aire est inférieure à 50%. L’évapotranspiration potentielle est donnée par :

$$ETP=0,40(Ig+50). \left(\frac{T}{T+15}\right) \left(1+\frac{50-Hr}{70}\right) \dots\dots\dots(V.3)$$

T : Température moyenne mensuelle (°C).

Ig : Radiation globale en (cal/cm²/jour).

Hr : L ;’humidité de l’air en %.

$$Ig = Iga (0,18 + 0,62). \frac{h}{H} \dots\dots\dots(V.4)$$

Iga : Radiation maximale théorique.

H : Durée astronomique de jour en (heure/mois)

h : durée d’insolation de la station considérée en heure/mois .

$\frac{h}{H}$: Insolation relative en heures.

3) Formule de Penman

La formule donne les meilleures estimations de l’ETP, et ceci sous tous les climats. Son seul inconvénient est de nécessiter un nombre assez important d’informations climatiques, rarement toutes disponibles sur une même station.

La formule est la suivante :

$$ETP=p' (t) \frac{Rn}{L} + \sigma \cdot \frac{Ea}{P(t) + \sigma} \dots\dots\dots(V.5)$$

Dans laquelle :

R_n : Rayonnement net « climatique ».

E_a : pouvoir évaporant de l'air, fonction du vent et du déficit de saturation de l'air.

L : Chaleur latente de vaporisation ($2,5 \cdot 10^6$ J/kg)

σ : Constante psychrométrique ($0,65 \text{ h la}/^\circ\text{C}$) $p'(t)$: Valeur de dérivée de la fonction de pression partielle de vapeur d'eau saturante en fonction de la pression de vapeur d'eau en fonction de la température, pour la température de l'air T .

V.2.4 : CALCUL DE L'EVAPOTRANSPIRATION :

La détermination de l'évapotranspiration se fait par la formule de Penman, en raison de son exactitude pour l'estimation de l'ETP.

- Le calcul de l'évapotranspiration de référence est effectué à l'aide d'un logiciel appelé **CROPWAT 8.0**, Qui est basé sur la méthode de **Mr Penman et Montheit modifiée**.

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les données climatiques mensuelles de la station météorologique :

À savoir :

- Les températures moyennes en degré Celsius
- L'humidité relative de l'air exprimée en (%)
- L'insolation journalière en heure
- La vitesse du vent en km/jour

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET_0 sont représentés dans le tableau V.1

TAB V.1 : valeur de l'évapotranspiration de référence calculée par la méthode de Penman et Montheit, exprimée en mm/jour

Pays : Algérie							station climatique : KHENCHELA						
Mois	Temp moy°C	Humidité relative %	Vent (m/jour)	Insol (heurs)	Radiation (MJ/m2j)	ET0 (mm/jour)							
J	4.9	75	354.24	5,11	7.7	1.73							
Fe	6,05	70,67	362.88	6,95	9.7	2.23							
M	8,5	62,67	354.24	8.17	11.6	3.06							
A	11,95	54	345.6	8.92	12.6	4,06							
Mai	15,95	54.67	345.6	9.46	13	4.75							
Jun	20,95	47.33	328.32	9.86	13	5,98							
Jlt	24.7	38.33	328.88	10,95	13.5	7.64							
At	24	38.33	328.32	9,65	12.8	7.09							
Sep	20,35	51	278.4	7.56	11.5	5.09							
O	14,85	62.33	302.4	7,93	10.8	3,7							
N	9,6	72.33	302.4	5,72	8.4	2,29							
D	5.9	78.67	378	5.48	7,6	1,75							
Année	14	59	336	7.98	11	1.506							

V.2.5 : LA PLUIE EFFICACE :

La pluie efficace est définie comme étant la fraction des précipitations 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. Ces pertes sont estimées de 20% de la pluie tombée.

TAB V.2 : Précipitation efficace dans la zone étude.

Mois	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
P(mm)	17.36	13.57	13.23	16.49	17.95	15.21	18.04	17.27	18.63	10.24	2.88	8.33
P _{EFF} (mm)	13.9	10.85	10.58	13.19	14.36	12.16	14.43	13.82	14.9	8.19	2.3	6.66

La pluie efficace total annuel : 135.34 mm

V.2.6 : OCCUPATION DES SOLS ET CHOIX DES CULTURES :

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

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.

On doit tenir compte :

- De la vocation agro-alimentaire de la région.
- Du choix des services agricoles de la wilaya qui tendent vers la diversification et l'intensification des cultures pratiquées dans la région.
- D'un aperçu sommaire sur les qualifications de la main d'œuvre actuelle dans la conduite des cultures envisagées.
- Des disponibilités des moyens de production.
- De la demande commerciale traduisant les profils des agriculteurs.

Les cultures retenues doivent présenter une combinaison harmonieuse entre elles afin de bien conditionner la réussite technique et financière de notre système de culture.

V.2.6.1 LA CEREALICULTURE :

La superficie cultivée en céréales est la plus important, elle occupe 38,1 % de la surface totale enquêtée et cultivée.

V.2.6.2 ARBORICULTURE :

Parmi les espèces fruitières rencontrées nous citons, les pommier et l'olivier. L'occupation du sol par l'arboriculture de toutes espèces confondues est de 37.33% soit une superficie totale 74.66 ha

V.2.6.3 CULTURES MARAICHÈRES :

Sur l'ensemble des exploitation enquêtées, 24.57% sont occupées par les maraichères, soit une superficie totale de 49.14 ha. Ces cultures sont pratiques généralement en plein champ.

V.2.7 ASSOLEMENT ET ROTATION DES CULTURES :

Au sens agronomie, l'assolement est la répartition des cultures au cours d'une campagne culturale donnée sur les différentes parcelles d'une exploitation agricole.

Donc nous nous définirons la rotation par la succession des cultures sur un même sol pendant un nombre d'année correspondant au type d'assolement adopte.

TAB V.3 : Notre modèle de surfaces occupées par les différentes cultures.

Type des cultures	Surfaces occupée (ha)
Blé	58.5
Orge	17.7
Poivron	11.2
Tomate	21.1
Oignon	16.74
Olivier	18.2
Pommier	56.46
Surface totales	200

V.2.7 : CALENDRIER D'OCCUPATION DES SOLS :

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

TAB V.4 : Calendrier des cultures envisageables

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Céréale												
Blé												
Orge												
Maraichères												
Poivron												
Tomate												
Oignon												
Arboricoles												
Pommier												
Olivier												

V.2.8 : DETERMINATION DES BESIENS EN EAU D'IRRIGATION :**V.2.8.1 : DEFINITION :**

Le besoin en eau d'irrigation, B, est la quantité d'eau que l'on doit apporter à la culture pour être sûr qu'elle reçoit la totalité de son besoin en eau ou une fraction déterminée de celui-ci. Si l'irrigation est la seule ressource en eau, le besoin en eau d'irrigation sera au moins égal au besoin en eau de la culture et il est souvent plus important en raison des pertes à la parcelle (besoins de lessivage) percolation profonde, inégalité de répartition...etc.).

V.2.8.2 : CALCUL DES BESIENS EN EAU D'IRRIGATION DES CULTURES :

Les besoins en eau des cultures sont calculés par la formule :

$$B = (P_{eff} + RFU) - ETP \dots\dots\dots(V.6)$$

Avec :

B : Besoins en eau d'irrigation (mm) ;

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

RFU : réserve facilement utilisable

$$RFU=Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot D \cdot Z \dots\dots\dots(V.7)$$

Avec:

H_{cc} : Humidité à la capacité au champ ;

H_{pf} : humidité du sol au point de flétrissement ;

Y : degré de tarissement

Z : Profondeur d'enracinement (m) ;

Da : Densité apparente ;

P_{eff} : Pluie efficace ; $P_{eff} = \alpha \cdot P \dots\dots\dots(V.8)$

P : Précipitation de l'année de calcul en mm ;

α : Coefficient tenant compte de l'efficience des pluies

→ L'irrigation est faite lorsque $B > 0$ (bilan hydrique)

A partir de l'abaque de caractéristique hydrique du sol on tire la réserve utile et l'humidités pondérales (à la rétention Hcc, du flétrissement Hpf) selon le textureur de sol.

Les résultats sont dans le tableau suivant :

TAB V.5 : Caractéristique hydrique de sol

Le textureur	Hcc	Hpf	Ru
Limono-argileuse	27	13	190

TAB V.6 : Besoin en eau d'irrigation de blé

MOIS	KC	ET0 (J)	ET0 (mois)	ETM (mois)	Peff	RFU	BESOIN(mm)
JAN	0.95	1.73	53.63	50.95	14.36	37.24	0.00
FEV	1.05	2.23	62.44	65.56	12.16	39.20	14.20
MAR	1.05	3.06	94.86	99.60	14.43	41.16	44.01
AVRIL	0.65	4.06	121.8	79.17	13.82	22.05	43.30
MAI	0.4	4.75	147.25	58.90	14.9	23.52	20.48
JUIN	0.35	5.98	179.4	62.79	8.19	0.00	54.60
JUIL		7.64	236.84	0.00	2.3	0.00	0.00
AOUT		7.09	219.79	0.00	6.66	0.00	0.00
SEP		5.09	152.7	0.00	13.9	0.00	0.00
OCT		3.7	114.7	0.00	10.85	0.00	0.00
NOV	0.7	2.29	68.7	48.09	10.58	14.70	22.81
DEC	0.85	1.75	54.25	46.11	13.19	34.30	0.00

On remarque que la période déficitaire s'étend sur 6 mois

TAB V.7: Besoin en eau d'irrigation d'orge

MOIS	KC	ET0 (J)	ET0 (mois)	ETM (mois)	Peff	RFU	BESOIN(mm)
JAN	0.95	1.73	53.63	50.95	14.36	37.24	0.00
FEV	1.05	2.23	62.44	65.56	12.16	39.20	14.20
MAR	1.05	3.06	94.86	99.60	14.43	41.16	44.01
AVRIL	0.65	4.06	121.8	79.17	13.82	22.05	43.30
MAI	0.4	4.75	147.25	58.90	14.9	23.52	20.48
JUIN	0.35	5.98	179.4	62.79	8.19	0.00	54.60
JUIL		7.64	236.84	0.00	2.3	0.00	0.00
AOUT		7.09	219.79	0.00	6.66	0.00	0.00
SEP		5.09	152.7	0.00	13.9	0.00	0.00
OCT		3.7	114.7	0.00	10.85	0.00	0.00
NOV	0.7	2.29	68.7	48.09	10.58	14.70	22.81
DEC	0.85	1.75	54.25	46.11	13.19	34.30	0.00

On remarque que la période déficitaire s'étend sur 6mois

TAB V.8: Besoin en eau d'irrigation de poivron

MOIS	KC	ET0 (J)	ET0 (mois)	ETM (mois)	Peff	RFU	BESOIN(mm)
JAN		1.73	53.63	0.00	14.36	0.00	0.00
FEV		2.23	62.44	0.00	12.16	0.00	0.00
MAR		3.06	94.86	0.00	14.43	0.00	0.00
AVRIL	0.45	4.06	121.8	54.81	13.82	14.70	26.29
MAI	0.5	4.75	147.25	73.63	14.9	17.15	41.58
JUIN	0.6	5.98	179.4	107.64	8.19	0.00	99.45
JUIL	0.6	7.64	236.84	142.10	2.3	0.00	139.80
AOUT	0.73	7.09	219.79	160.45	6.66	0.00	153.79
SEP	0.35	5.09	152.7	53.45	13.9	0.00	39.55
OCT		3.7	114.7	0.00	10.85	0.00	0.00
NOV		2.29	68.7	0.00	10.58	14.70	0.00
DEC		1.75	54.25	0.00	13.19	34.30	0.00

On remarque que la période déficitaire s'étend sur 6 mois

TAB V.9: Besoin en eau d'irrigation de tomate

MOIS	KC	ET0 (J)	ET0 (mois)	ETM (mois)	Peff	RFU	BESOIN(mm)
JAN		1.73	53.63	0.00	14.36	0.00	0.00
FEV		2.23	62.44	0.00	12.16	0.00	0.00
MAR		3.06	94.86	0.00	14.43	0.00	0.00
AVRIL	0.5	4.06	121.8	60.90	13.82	14.70	32.38
MAI	0.6	4.75	147.25	88.35	14.9	17.15	56.30
JUIN	0.65	5.98	179.4	116.61	8.19	0.00	108.42
JUIL	0.7	7.64	236.84	165.79	2.3	0.00	163.49
AOUT	0.65	7.09	219.79	142.86	6.66	0.00	136.20
SEP	0.6	5.09	152.7	91.62	13.9	0.00	77.72
OCT		3.7	114.7	0.00	10.85	0.00	0.00
NOV		2.29	68.7	0.00	10.58	0.00	0.00
DEC		1.75	54.25	0.00	13.19	0.00	0.00

On remarque que la période déficitaire s'étend sur 6 mois

TAB V.10: Besoin en eau d'irrigation d'oignon

MOIS	KC	ET0 (J)	ET0 (mois)	ETM (mois)	Peff	RFU	BESOIN(mm)
JAN		1.73	53.63	0.00	14.36	0.00	0.00
FEV		2.23	62.44	0.00	12.16	0.00	0.00
MAR	0.7	3.06	94.86	66.40	14.43	19.60	32.37
AVRIL	0.9	4.06	121.8	109.62	13.82	29.40	66.40
MAI	1	4.75	147.25	147.25	14.9	34.30	98.05
JUIN	0.9	5.98	179.4	161.46	8.19	0.00	153.27
JUIL		7.64	236.84	0.00	2.3	0.00	0.00
AOUT		7.09	219.79	0.00	6.66	0.00	0.00
SEP		5.09	152.7	0.00	13.9	0.00	0.00
OCT		3.7	114.7	0.00	10.85	0.00	0.00
NOV		2.29	68.7	0.00	10.58	0.00	0.00
DEC		1.75	54.25	0.00	13.19	0.00	0.00

On remarque que la période déficitaire s'étend sur 4 mois

TAB V.11: Besoin en eau d'irrigation de pommier

MOIS	KC	ET0 (J)	ET0 (mois)	ETM (mois)	Peff	RFU	BESOIN(mm)
JAN	0.6	1.73	53.63	32.18	14.36	21.56	0.00
FEV	0.7	2.23	62.44	43.71	12.16	22.54	9.01
MAR	0.8	3.06	94.86	75.89	14.43	28.42	33.04
AVRIL	0.9	4.06	121.8	109.62	13.82	15.68	80.12
MAI	1	4.75	147.25	147.25	14.9	18.62	113.73
JUIN	1.1	5.98	179.4	197.34	8.19	0.00	189.15
JUIL	1.2	7.64	236.84	284.21	2.3	0.00	281.31
AOUT	1.1	7.09	219.79	241.77	6.66	0.00	235.11
SEP	0.9	5.09	152.7	137.43	13.9	0.00	123.53
OCT	0.8	3.7	114.7	91.76	10.85	24.50	56.41
NOV	0.8	2.29	68.7	54.96	10.58	26.95	17.43
DEC	0.7	1.75	54.25	37.98	13.19	39.20	0.00

On remarque que période déficitaire s'étend sur 12 mois

TAB V.12: Besoin en eau d'irrigation d'olivier

MOIS	KC	ET0 (J)	ET0 (mois)	ETM (mois)	Peff	RFU	BESOIN(mm)
JAN	0.68	1.73	53.63	36.47	14.36	19.60	2.51
FEV	0.7	2.23	62.44	43.71	12.16	24.50	7.05
MAR	0.7	3.06	94.86	66.40	14.43	26.46	25.51
AVRIL	0.7	4.06	121.8	85.26	13.82	14.70	56.74
MAI	0.7	4.75	147.25	103.08	14.9	16.66	71.52
JUIN	0.7	5.98	179.4	125.58	8.19	0.00	117.39
JUIL	0.7	7.64	236.84	165.79	2.3	0.00	163.59
AOUT	0.69	7.09	219.79	151.66	6.66	0.00	145.00
SEP	0.68	5.09	152.7	103.84	13.9	0.00	89.94
OCT	0.65	3.7	114.7	74.56	10.85	22.05	41.66
NOV	0.65	2.29	68.7	44.66	10.58	23.03	11.05
DEC	0.6	1.75	54.25	32.55	13.19	37.24	0.00

On remarque que la période déficitaire s'étend sur 12 mois

TAB V.13: Besoins en eau des cultures en mm

CULTURES	BLE	ORGE	POIVRON	TOMATE	OIGNON	POM	OLIVIER	TOT
JAN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.51	2.51
FEV	14.20	14.20	0.00	0.00	0.00	9.01	7.05	44.1
MAR	44.01	44.01	0.00	0.00	32.37	33.04	25.51	178.94
AVRIL	43.30	43.30	26.29	32.38	66.40	80.12	56.74	348.53
MAI	20.48	20.48	41.58	56.30	98.05	113.73	71.52	422.14
JUIN	54.60	54.60	99.45	108.42	153.27	189.15	117.39	776.88
JUIL	0.00	0.00	139.80	163.49	0.00	281.31	163.59	748.09
AOUT	0.00	0.00	153.79	136.20	0.00	235.11	145.00	670.1
SEP	0.00	0.00	39.55	77.72	0.00	123.53	89.94	330.74
OCT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56.41	41.66	98.07
NOV	22.81	22.81	0.00	0.00	0.00	17.43	11.05	74.1
DEC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

V.2.8.3 CALCUL DU DEBIT CARACTERISTIQUE :

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures. Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturelle, il est calculé :

$$Q_{sp} = \frac{B_{pointe} \times 0.00386}{k} \dots \dots \dots (V. 9)$$

Avec :

B_{pointe} : Besoins de pointes (mm/mois)

Q_s : Débit spécifique (l/s/ha)

K : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation (k=0.75)

D'après le tableau V.13 les besoins de pointe correspondent au mois juin, soient donc **776.88 mm/mois**

Le débit spécifique calcule es très important, il est de **4.01 l/s/ha**, ce débit dépasse les normes (1.5 l/s/ha), ce qui risque d'aboutir à un surdimensionnement

Dans ce cas, on a deux méthodes pour estimer le débit spécifique :

- Prendre la moyenne des débits spécifique de l'ensemble des cultures
- Prendre en considération le débit spécifique de la culture la plus exigeante

TAB V.14 : Débit de pointe des différents modelés

MODELES	MOIS DE POINTE	BESOIN (mm/mois)	DEBIT DE POINTE (l/s/ha)
Blé	Mars	44.01	0.23
Orge	Mars	44.01	0.23
Poivron	Aout	153.79	0.79
Tomate	Juillet	163.49	0.83
Oignon	Juin	153.27	0.78
Pommier	Juillet	281.31	1.45
Olivier	Juillet	163.59	0.84

Dans notre cas, le débit spécifique est celui du pommier, il est de $Q_s = 1.45$ l/s/ha est inferieur a 1.5 l/s/ha donc le choix de ce débit reste valable.

V.2.8.4 : EVALUATION DU DEBIT CARACTERISTIQUE :

Le calcul des débits caractéristiques permet de definir le débit maximum que les systèmes de desserte auront à fournir pour l'irrigation de chaque parcelle, détermine en multipliant le débit de pointe par la surface agricole utile, voir la formule suivante :

$$Q_{car} = q \times s \dots \dots (V. 10)$$

Avec :

q : débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha)

s : la superficie totale à irriguer = 200 ha

$$Q_{car} = q_s \cdot S = 1.45 * 200 = 290 \text{ l/s}$$

V.2.8.5 ESTIMATION DES BESOINS EN EAU TOTAUX DU PERIMETRE :

La connaissance des volumes totaux d'irrigation est indispensable, elle permet de prévoir les volumes d'eau stockes dans la retenue et d'effecteur un meilleur calendrier d'arrosage.

Etant donne, que nous avons pris en considération un assolement, nous avons calculé les besoins en eau pour l'assolement le plus exigeant, en plus des besoins de l'arboriculture

TAB V.15 : Besoins en eau d'irrigation des cultures

MODELES	Superficie (ha)	Besoin annuels (mm)	Besoin annuels totaux (m ³)
Blé	58.5	199.4	116 649
Orge	17.7	199.4	116 649
Poivron	11.2	500.46	56 051.52
Tomate	21.2	574.51	121 794
Oignon	16.74	350.09	58 605.07
Pommier	56.46	1138.84	642 989.06
Olivier	18.2	731.96	133 216.72
		TOTAL	1 245 954.4

CONCLUSION :

A partir de ce chapitre on a déterminé les besoins en eau d'irrigation pour les cultures de notre périmètre. On remarque que le mois de pointe est le mois de juin, Donc on a estimé les besoins en eau du périmètre pour un assolement choisit et les comparer avec la capacité de la retenue, les besoins totaux annuel sont de 1 245 954.4 (m³).

Donc à partir de ces résultats nous pouvons conclure que la capacité de production de la retenue suffit largement à l'alimentation de notre périmètre.

CHAPITRE VI

ETUDE DES TECHNIQUES D'IRRIGATION

INTRODUCTION :

L'irrigation est l'application de l'eau au sol dans le but de combler le déficit en eau, ce moyen donne les conditions favorables pour la croissance des plantes.

Quel que soit l'origine de l'eau (cours d'eau naturel, nappe souterraine, eau de barrage) et son mode de transport (canaux, conduite sous pression), le problème qui se pose est comment répartir cette eau sur le sol de façon, à ce que les plantes en tirent le maximum de profit. Cependant le moyen de répartition de l'eau sur le sol ne doit pas toujours répondre à ce critère d'une production maximale, donc on doit essentiellement envisager un choix minutieusement détaillé du mode d'irrigation et de la technique d'arrosage a compatibilité avec les contraintes de la région d'étude.

VI.1 L'IRRIGATION DE SURFACE:

L'irrigation de surface regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage dans lesquelles la répartition de l'eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre par simple écoulement à la surface du sol. La répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain, et aux propriétés hydriques du sol (ruissellement, infiltration, et capillarité).

En irrigation de surface, la distinction entre les différentes techniques est essentiellement fondée sur la méthode d'application de l'eau : ruissellement, submersion ou technique mixte.

VI.1.1 IRRIGATION PAR RUISSELLEMENT:**VI.1.1.1 LES PLANCHES DE RUISSELLEMENT :**

On divise la surface à irriguer en bandes rectangulaires prise dans le sens de la plus grande pente.

En général, la longueur des planches varie de 5 à 30 m. et leur largeur de 50 à 800 m.

L'irrigation par planches convient le mieux aux pentes inférieures à 0,5 %. Cependant, les pentes longitudinales maximales des planches peuvent atteindre 4 % à 5 %.

Les sols convenant le mieux à cette technique sont les sols moyennement filtrants.

L'irrigation par planches s'applique aux cultures telles que les prairies, les céréales et les vergers.

La préparation des planches est minutieuse et coûteuse et exige une main-d'œuvre qualifiée et des équipements de terrassement performants.

Les pertes par percolation profonde et en colature est importante, et font remonter dangereusement le niveau des nappes phréatiques.

Les efficacités observées, s'échelonnent dans une gamme très large allant de 45 % à 85 %.

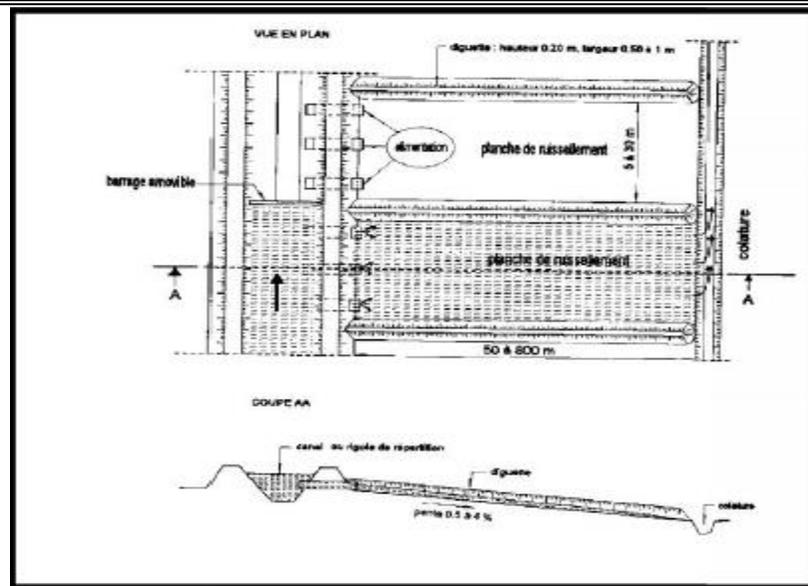


Figure.VI.1 :Irrigation par planche de ruissellement

VI.1.1.2 L'ARROSAGE À LA RAIE :

Consiste à amener l'eau à la plante, par une série plus au moins dense (espacement d'environ 0,75 à 1 m.) de petits fossés à ciel ouvert à pente faible mais régulière.

Les raies sont tracées suivant la ligne de plus grande pente du terrain pour des pentes < 02%.

Pour des pentes > 02 % les raies sont orientées obliquement par rapport à la ligne de plus grande pente. La forme des sections des raies peut être triangulaire, trapézoïdale ou parabolique avec :

- Largeur : 25 à 40 cm.
- Profondeur : 15 à 30 cm.

L'arrosage à la raie se pratique sur les terrains d'environ 0,5 à 4 % de pente et convient à toutes les cultures de céréales et de plantes sarclées (Maïs, Coton, Pomme de terre etc....). L'arrosage à la raie pose de sérieux problèmes d'application de l'eau lorsque la longueur des raies devient importante (supérieure à 250 m).

Il exige une main d'oeuvre abondante et qualifiée pour la conduite des arrosages.

L'efficience des arrosages telle qu'elle est constatée peut se situer entre 40 % et 70%.

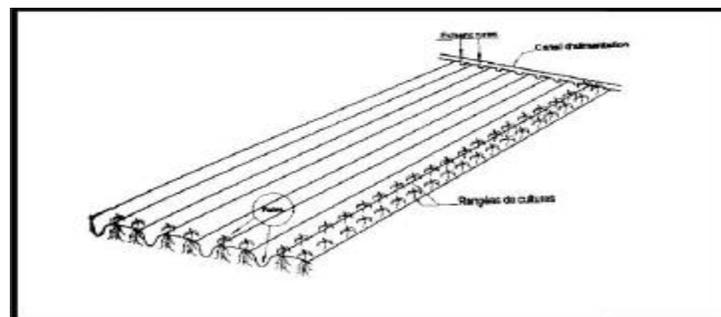


Figure. VI.2 : Irrigation à la raie

VI.1.2 IRRIGATION PAR SUBMERSION:

L'eau submerge le terrain et s'y infiltre. Dans la pratique de la submersion, l'eau est apportée et répandue aussi vite que possible sur l'ensemble de la parcelle à irriguer avant la phase d'infiltration proprement dite. La pratique de la submersion, nécessite l'aménagement du terrain en bassins de submersion, avec des petites digues de 30 à 40 cm. de hauteur et une revanche minimum de 10 cm.

L'irrigation par submersion est une technique d'arrosage appliquée de préférence en terrain presque plat (moins de 0,1 % de pente).

L'uniformité de l'arrosage est directement liée à trois (03) facteurs :

- 1). Faible perméabilité (terrain très peu ou moyennement perméable)
- 2). Qualité du nivellement.
- 3). Fort débit d'apport.

La nécessité du nivellement implique généralement des travaux de terrassement importants et coûteux.

Ce système d'irrigation s'emploie dans les rizicultures, les pâturages, les vergers, les prairies, les céréales en ligne, mais en raison du coût du nivellement des parcelles, il est généralement réservé à des terrains plats.

L'efficience de la technique d'irrigation en submersion se situe entre 45 et 70%

L'application d'une couche d'eau sur la surface de sol à irriguer provoque leur tassement et le rend moins perméable et par conséquent gêne l'aération du sol.

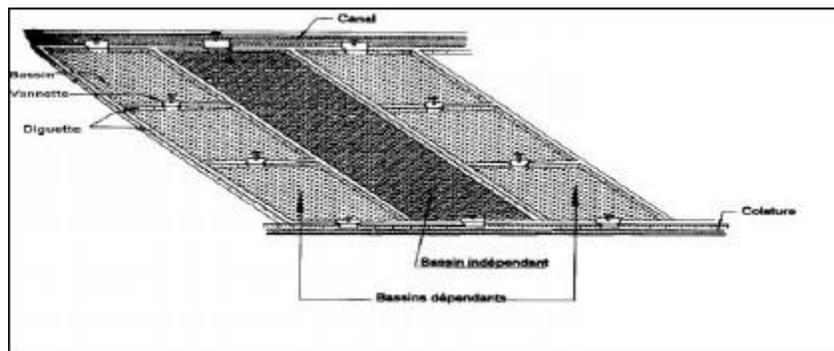


Figure.VI.3 :Irrigation par submersion

VI.1.3 L'IRRIGATION MIXTE:

Il s'agit d'un ruissellement suivi d'une submersion.

Les dispositions générales de ce mode d'irrigation sont identiques à celles que nous avons vu, mais lorsque l'eau atteint le niveau voulu dans le bassin, on continue à les alimenter en prenant soin d'évacuer les surplus.

A cet effet, les compartiments sont munis d'un déversoir arasé au niveau fixé pour le plan maximal. L'eau en excès est évacuée dans les colatures ou dans un bassin contigu.

L'avantage de ce système est que l'eau est plus aérée apporte plus de matières nutritives et présente une température plus régulière ce qui peut être intéressant pour les cultures.

VI.2 L'IRRIGATION PAR SURPRESSION:

L'eau est acheminée aux cultures par pompage artificiel.

VI.2.1 L'IRRIGATION PAR ASPERSION:

L'eau est acheminée aux cultures sous forme de pluie artificielle, grâce au différents asperseurs alimentés en eau sous pression.



Figure VI.4: Irrigation par aspersion

IV.2.1.1 LES AVANTAGES DE L'IRRIGATION PAR ASPERSION :

- Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer
- Provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie
- Economie d'eau
- Favorise les conditions ambiantes
- Possibilité d'automatisation du système d'irrigation
- Nécessite moins de mains d'oeuvres

IV.2.1.2 LES INCONVÉNIENTS DE L'IRRIGATION PAR ASPERSION :

- Coût élevé (prix d'achat du matériel très important);
- Tassement du sol ;
- Favorise le développement des mauvaises herbes;
- Le déplacement des conduites après arrosage peut être difficile;
- L'homogénéité de l'arrosage est dégradée si la vitesse de vent est importante;
- En cas d'utilisation des eaux salées, il y'aura danger pour le feuillage

VI.2.2) L'IRRIGATION LOCALISÉE (GOUTTE À GOUTTE)

L'irrigation localisée apporte l'eau nécessaire directement au pied des végétaux. Ce sont des systèmes très utilisés en maraichage, en arboriculture et en horticulture. Le plus connu de ces principes est sans doute le « goutte à goutte », d'autres systèmes existent également tels

que les tubes poreux alignés sur le sol ou mini-asperseurs. Ces derniers sont utilisés notamment en arboriculture (Mekki, 1988). L'eau est acheminée aux cultures au moyen de tuyaux munis de goutteurs et s'écoule par ceux-ci sous forme de gouttes avec un faible débit.



FigureVI.5 : Système d'irrigation localisée

VI.2.3 COMPOSITION D'UNE INSTALLATION GOUTTE À GOUTTE

VI.2.3.1 POINT DE FOURNITURE D'EAU :

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

VI.2.3.2 L'UNITÉ DE TÊTE :

Cette unité est reliée au point de fourniture d'eau elle permet de réguler la pression et le débit, de filtrer l'eau et d'y introduire des éléments fertilisants. Parfois, des régulateurs de pression et des filtres secondaires sont placés en tête des porte-rampes ou même des rampes. Pour introduire des éléments fertilisants, on utilise le plus souvent un réservoir que l'on remplit d'engrais solubles, azote en particulier : c'est un petit récipient sous pression avec une entrée et une sortie.

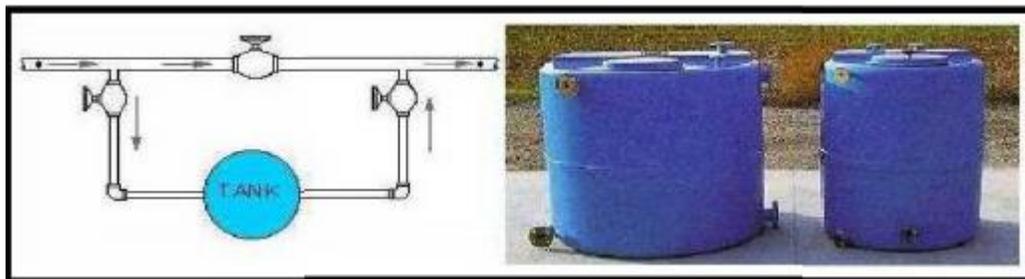


Figure VI.6 : Dilueur d'engrais

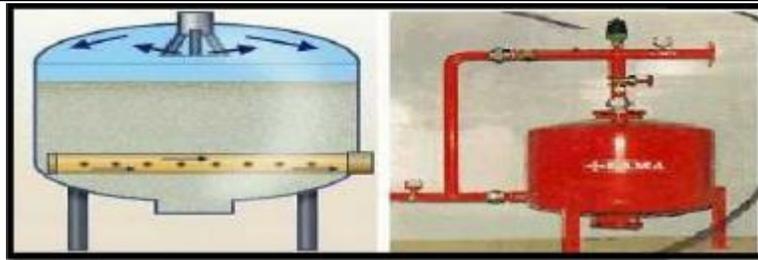


Figure VI. 7 : Filtre à gravier

VI.2.3.3 CONDUITES ET RAMPES :

a) - La conduite principale :

C'est la conduite qui relie au point de fourniture d'eau les divers porte-rampes. Elle peut être en amiante ciment, en PVC rigide ou en acier galvanisé comme en irrigation par aspersion. Pour les petites installations, du polyéthylène haute densité peut également être utilisé.

b)-Le porte-rampes :

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

c)-Les rampes :

Ce sont les conduites qui généralement en PEHD, et sont équipés de distributeurs. Les distributeurs y sont fixés avec un espacement prédéterminé.

d)-Les distributeurs :

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

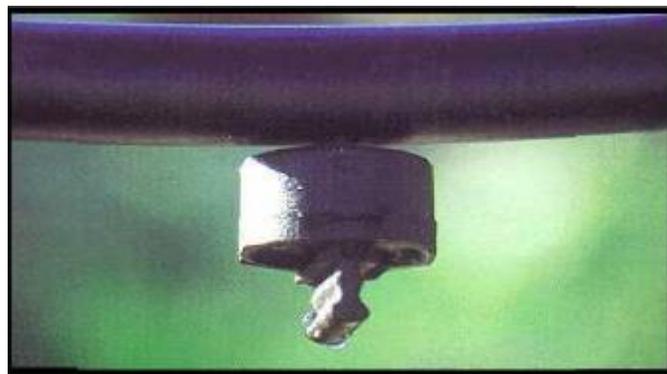


Figure VI.8: Goutteur

- **Different types de distributeurs**

- **Goutteurs:**

Les plus utilisés ont des débits de 2 l/h pour les cultures maraîchères et de 4l/h pour les cultures pérennes. Ils sont placés en dérivation, en ligne ou intégrés dans les rampes.

➤ **Gaines:**

Destinée aux cultures maraîchères, peut être utilisée pour les vergers ; elles assurent conjointement un rôle de transport et de distributeur.

➤ **Tubes poreux:**

La paroi à structure poreuse laisse passer l'eau, ils sont généralement enterrés.

➤ **Mini diffuseurs:**

Ils sont toujours placés en dérivation, fixés directement sur la rampe, fonctionnent comme de petits asperseurs statiques ne couvrant qu'une partie de la surface du sol au voisinage des cultures.

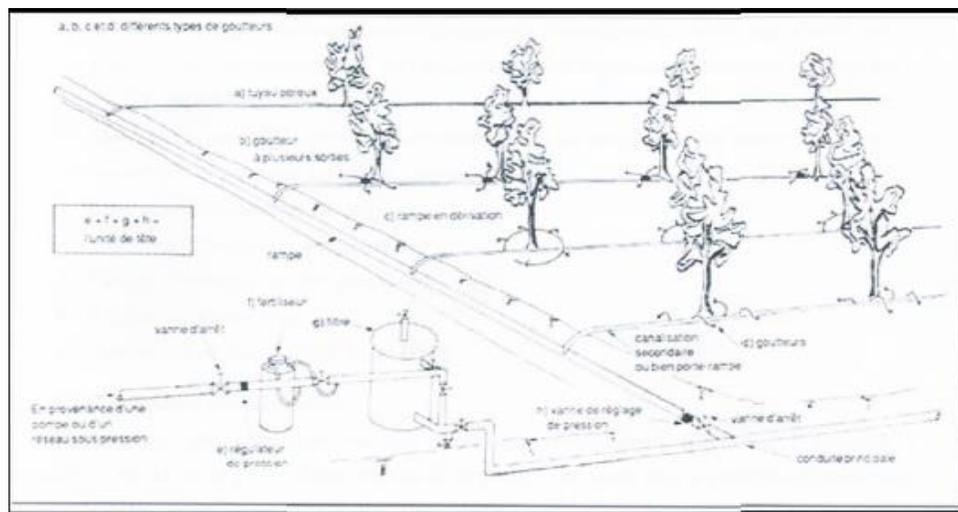


Figure V.9 : Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte

IV.2.3.4 LES AVANTAGES DE LA TECHNIQUE LOCALISEE :

- Meilleur développement des cultures dû à l'humidification permanent de la couche active de sol ;
- Economie d'eau et de la main d'œuvres (système fixe);
- Réduction des mauvaises herbes;
- Réduction de l'évaporation;
- Economie d'engrais;
- Possibilité d'automatisation;

IV.2.3.5 LES INCONVENIENTS DU GOUTTE À GOUTTE :

- Coût très élevé du matériel;
- Risque d'obstruction des goutteurs;
- Nécessité d'une main d'œuvres spécialisés;
- Apte seulement pour les cultures en ligne (arboricoles et maraîchères).

VI.3. CHOIX DES TECHNIQUES D'IRRIGATION :**VI.3.1 LES CONTRAINTES NATURELLES :****IV.3.1.1 L'EVAPORATION :**

Notre zone d'étude est caractérisée par une évaporation élevée durant l'été, ce qui provoque une perte d'eau très importante avec une évaporation annuelle de 1410 mm/an.

IV.3.1.2 LE VENT :

C'est le facteur déterminant dans le choix de technique d'irrigation, notre zone d'étude est caractérisée par des vitesses faibles à modérées.

IV.3.1.3 LE SOL :

Les sols de périmètre de Remila Est présentent une texture limono-argileuse, d'où l'irrigation de surface doit être prudente afin d'éviter le gaspillage d'eau. Dans ce cas, l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée ont des avantages du fait qu'on peut donner des faibles doses.

IV.3.1.4 LA PENTE :

Notre périmètre possède une pente variable (0 à 4) % en général, donc cette dernière ne présente aucune contrainte particulière.

IV.3.2 LES CONTRAINTES TECHNIQUES :

- Qualification de main d'œuvre.
- Entretien du matériel.

IV.3.3 LES CONTRAINTES AGRONOMIQUES :

Les types des cultures envisagées dans notre périmètre de Remila Est sont constitués de céréales, maraichage, et arboriculture, pour des raisons d'économie d'eau essentiellement on retient l'irrigation par aspersion pour les céréales, et l'irrigation localisée pour les cultures arboricoles et maraichères.

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

Une analyse multicritère du choix des techniques d'arrosage basée sur les différentes contraintes, résume le choix adéquat pour la zone considérée que nous choisirons, doit être plus en moins bien adaptée aux différents contextes agronomiques et socio-économiques, caractérisant notre projet.

Il est prévu que le choix se fera principalement entre :

- Irrigation par aspersion
- Irrigation localisée

Ces deux méthodes sont pratiquées actuellement dans le périmètre de Remila Est (W. Khenchela)

Contraintes	Irrigation de surface	Irrigation par Aspersion	Irrigation localisée
Contraintes Naturelle			
▪ Evaporation	+	++	++
▪ Vent	+++	+	+++
▪ Texture (limono-argileuse)	++	++	+++
▪ Perméabilité	++	+++	++
▪ Pente	+++	+++	+++
▪ Qualité d'eau d'irrigation (bonne)	+++	+++	+++
Contraintes agronomique			
▪ Maraîchage	+++	++	+++
▪ céréales	x	+++	+
▪ arbres	++	x	+++
C. technique			
▪ Personnel qualifié	+++	+++	+++
• économie d'eau	x	++	+++

Remarque:

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

D'après l'analyse multicritères de choix de technique d'arrosage et en tenant compte des facteurs (sol – climat - plante) de notre zone d'étude, on a choisi la technique d'irrigation goutte à goutte qui sera utilisées dans notre périmètre pour les arboricultures et les maraichères comme les pommiers, les oliviers, les tomates, les oignons... etc. , Et irrigation par aspersion pour les céréales (blé ,orge) .

CONCLUSION :

L'irrigation est grande consommatrice d'eau. Elle est nécessaire pour compenser les pertes des plantes et du sol.

Pour éviter d'utiliser trop d'eau, les quantités correctement calculées et nécessaires aux cultures doivent donc être soigneusement estimées.

Pour le cas de notre étude, nous nous sommes basés sur une technique d'irrigation moderne qui est la goutte à goutte qui sera utilisée dans notre périmètre pour les arboricultures et les maraichères comme les pommiers, les oliviers, les tomates, les oignons... ect.

CHAPITRE VII

DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION

INTRODUCTION :

Le but de ce présent chapitre, est de transporter de l'eau entre le point de captage et le Point d'utilisation pour couvrir la demande en eau des cultures .

L'acheminement de l'eau pour n'importe quel réseau de distribution doit avoir une adduction, soit en refoulement, soit gravitaire ou mixte. Pour cela, nous sommes appelés à faire une étude technico-économique pour dimensionner l'adduction.

VII.1. DEFINITION DE L'ADDUCTION:

On définit par adduction des eaux le transport des eaux brutes (non traitées) ou traitées des Zones de captage ou des stations de traitement aux zones d'utilisation (réservoirs de Distribution, baches,...). Toutefois, dans la plupart des cas, lorsque les distances à parcourir Sont assez longues, ces conduites sont construites en amiante ciment, béton précontraint, en Acier, en fonte ou en polyéthylène, elles sont soit enterrées soit posées sur le sol.

VII.2. TYPE D'ADDUCTION :

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

- Adduction gravitaire
- Adduction par refoulement
- Adduction mixte

✓ Adduction gravitaire :

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

✓ Adduction par refoulement :

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

✓ Adduction mixte :

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

VII.3 PRINCIPE DU CHOIX DU TRACE:

- Minimiser le nombre de passages difficiles : traversée de route, de ravine...,
- Eviter autant que possible les contres pentes qui donneront des cantonnements d'air, de plus en période d'arrêt de la pompe. Eviter les pentes trop fortes : difficulté d'ancrage des tuyaux,
- Eviter les zones rocheuses : une tranchée devra être creusée,
- Préférer les accessibles : le long des chemins existants par exemple

VII.4 VARIANTES D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE :

Pour l'élaboration d'un plan d'irrigation du périmètre Remila est W.Khenchela nous avons établis une variante d'adduction suivante :

On a propose de reliée le barrage au réservoir par une adduction gravitaire a partir d'une conduite de longueur 1530m qui refoule l'eau gravitairement vers le réservoir de stockage et par la suite le périmètre sera alimentée gravitairement par un réseau ramifié

VII.5 DECOUPAGE DES ILOTS D'IRRIGATION :

VII.5.1 GENERALITES :

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

1. laisser passer ou arrêter le débit.
2. Régler ce débit, ou plus exactement le limiter au module
3. Régler la pression

La position de chaque borne résulte d'un compromis entre l'intérêt économique qu'il y a à limiter le nombre de bornes et le désir d'une utilisation facile par l'agriculteur.

VII.5.2 TAILLE DES ILOTS D'IRRIGATION :

La taille de l'îlots est déterminée en fonction du débit d'équipement de prise en relation avec le débit fictive continu maximum au niveau de l'îlots. En outre, le débit fourni par la prise d'irrigation soit correspondre à une main d'eau compatible avec la méthode d'irrigation adoptée au niveau de l'exploitation.

La taille de l'îlots doit être déterminée en fonction des facteurs suivants :

- Le débit fictif continue on relation avec le débit d'équipement de la prise
- Le nombre d'exploitations qui partagent une seule prise

TAB VII.1: les différentes parcelles du périmètre

N Parcelle	Surface ha
1	9.19
2	9.01
3	14.57
4	14.21
5	14.15
6	12.38
7	11.2
8	10.02
9	10.05
10	10.51
11	7.4
12	10.7
13	7.53
14	11.14
15	12.2
16	11.79
17	11.93
18	12.02
Total	200

VII.6 MODE DU TRACE ET IMPLANTATION DES BORNES :

L'emplacement des bornes d'irrigation est le premier problème auquel doit s'attaquer le Projecteur. Le réseau étant en effet destiné à amener l'eau en un certain nombre de points, il serait erroné d'étudier d'abord les tracés des conduites et de placer les bornes entre elles. La position de chaque borne résulte d'un compromis entre l'intérêt économique qu'il y a à limiter le nombre de bornes et le désir d'une utilisation facile par l'agriculteur.

On admet généralement que l'implantation des bornes répond aux critères suivant :

- Pour les zones de petites et moyennes exploitations :
 - une prise par îlot d'exploitations
 - (02) prises maximum sur une même borne
 - bornes implantées en limites d'îlots
 - prend en considération la possibilité d'une modification de la structure foncière
- Pour les zones à grande exploitation
 - La borne se situe au centre de la parcelle.
 - 2 à 4 prises sur la même borne.

VII.6.1 ROLE ET FONCTION DE LA BORNE D'IRRIGATION :

- Le vannage
- La stabilisation de la pression
- La limite du débit

- Le comptage du volume d'eau délivré.

VII.7 MODALITES DE DESSERTE DE L'EAU :

Le module est l'unité de débit susceptible d'être délivrée en tête des réseaux des parcelles à irriguer. La distribution de l'eau d'irrigation est dans certains cas problématique en particulier dans les mois de pointe, car la demande ne peut dépasser la main d'eau. On distingue :

VII.7.1 DISTRIBUTION D'EAU A LA DEMANDE :

Dans ce mode chaque irrigant étant libre d'utiliser le débit qu'il a souscrit. Dans certains cas, le débit affecté à une prise sera supérieur au débit fictif continu (le débit qui serait nécessaire si l'irrigation s'effectuait 24h sur 24 pendant la période de pointe)

VII.7.2 DISTRIBUTION AU TOUR D'ARROSAGE :

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

VII.7.3 TOUR D'ARROSAGE A LA BORNE :

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

VII.8 CALCULS DU DEBIT FICTIF CONTINU :

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures.

Le débit spécifique est défini d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale.

$$q_s = 1.45 \text{ l/s/ha}$$

VII.9 CALCUL DU DEBIT AUX BORNES :

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

$$Q_b = q_s \cdot S \dots\dots\dots(\text{VII.1})$$

Q_b : débit caractéristique de chaque ilots (l/s)

q_s : débit spécifique moyen (l/s/ha)

S : superficie d'ilot (ha)

Les résultats du calcul du débit de chaque ilot d'irrigation sont présentes dans le tableau suivant :

TAB VII.2: Debits au niveau de chaque ilot

N ILOT	Superficie (m ²)	Debit specifique (l/s/ha)	Debit brut (l/s)
1	9.19	1.45	13.35
2	9.01	1.45	13.06
3	14.57	1.45	21.13
4	14.21	1.45	20.61
5	14.15	1.45	20.52
6	12.38	1.45	17.95
7	11.2	1.45	16.24
8	10.02	1.45	14.53
9	10.05	1.45	14.57
10	10.51	1.45	15.24
11	7.4	1.45	10.73
12	10.7	1.45	15.52
13	7.53	1.45	10.92
14	11.14	1.45	16.15
15	12.2	1.45	17.69
16	11.79	1.45	17.1
17	11.93	1.45	17.3
18	12.02	1.45	17.43
Total	200		290

VII.10 CHOIX DU TYPE DE BORNE :

Le choix de la borne dépend de la surface

- Pour les surface $S \leq 10$ ha on prend la borne a deux prises.
- Pour les surface $S \geq 15$ ha on prend la borne à quatre prises

VII.10.1 CHOIX DU DIAMETRE DE LA BORNE :

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

TAB VII.3: choix de diamètre de la borne

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

Le calcul des débits des prises des bornes sont présentées dans **tableau VII.4**

TAB VII.4: débit au niveau des bornes et des prises

N de la borne	N Ilot	Debit brut des ilots l/s	Debit de la borne l/s	Diametre de la borne	Nombre des prises
N01	1	13.35	13.35	100	2
N02	2	13.06	13.06	100	2
N03	3	21.13	21.13	150	2
N04	4	20.61	20.61	150	2
N05	5	20.52	20.52	150	2
N06	6	17.95	17.95	100	2
N07	7	16.24	16.24	100	2
N08	8	14.53	14.53	100	2
N09	9	14.57	14.57	100	2
N10	10	15.24	15.24	100	2
N11	11	10.73	10.73	100	2
N12	12	15.52	15.52	100	2
N13	13	10.92	10.92	100	2
N14	14	16.15	16.15	100	2
N15	15	17.69	17.69	100	2
N16	16	17.1	17.1	100	2
N17	17	17.3	17.3	100	2
N18	18	17.43	17.43	100	2
TOTAL		290	290		

VII.11 PRESSION DEMANDEE AUX BORNES D'IRRIGATION :

L'expression ci-dessous, définit la pression affectée aux bornes d'irrigation pour un bon fonctionnement des appareils d'irrigation.

$$P_b = P_a + r$$

Dans la quelle :

P_b: Pression à la borne.

P_a: Pression pour le fonctionnement de l'asperseur simple

r: Marge de sécurité .

La pression disponible à l'amont des bornes du réseau collectif est généralement de l'ordre de 3,5 à 4,5 bars, correspondant à une irrigation par aspersion à moyenne pression.

VII.12-CALCUL HYDRAULIQUE DES CANALISATIONS :

VII.12.1- CARACTERISTIQUES DE LA CONDUITE PRINCIPALE (CP) ET LE RESEAU DE DISTRIBUTION:

VIII.12.1.1 CHOIX DU MATERIAU DES CONDUITES :

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique (coût et disponibilité sur le marché local et leur production en Algérie) ainsi que la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes...etc.).

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

VIII.12.1.2 TUYAUX EN FONTE :

Présentent plusieurs avantages :

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

L'inconvénient est que les tuyaux en fonte sont très lourds,

VIII.12.1.3 TUYAUX EN ACIER :

Les tuyaux en acier sont plus légers que les tuyaux en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose

- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement)

Leur inconvénient est la corrosion.

VIII.12.1.4 TUYAUX EN PVC (POLYVINYLE DE CHLORURE)

- Bonne résistance à la corrosion
- Disponible sur le marché
- Une pose de canalisation facile

Leur inconvénient est le risque de rupture

VIII.12.1.5 CONDUITE EN PEHD

- Ils supportent des pressions élevées ;
- Une résistance aux contraintes (choc, écrasement, déplacement du terrain);
- Ils offrent une bonne flexibilité ;
- Disponible sur le marché.

Dans notre projet on utilise des conduites en PEHD pour le reseau d irrigation .

VII.13 OPTIMISATION DES DIAMETRES DES CANALISATIONS DU RESEAU COLLECTIF DE DISTRIBUTION :

Avant déterminer les débits de pointe à transiter. On est amené à calculer les diamètres des canalisations satisfaisant à la condition technique et donnant le cout minimum. Pour ce faire, on doit disposer des données suivantes :

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

VII.13.1 CALCUL DE DIAMETRE :

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 1000 \dots \dots \dots (VII.2)$$

Avec :

- Q : débit, exprimé en m³/s ;
- D : diamètre en mm
- V : vitesse qui donne le diamètre économique est de 1.2 m/s

VII.13.2 VITESSE ADMISSIBLE :

La vitesse admissible varie entre 0.5 m/s, comme vitesse inférieure, et 2,5 m/s vitesse maximum.

Dans notre étude, on prend une vitesse dans la conduite égale à 1.2m/s

VII.13.3 CALCUL DES PERTES DE CHARGE :

VII.13.3.1 CALCUL DES PERTES DE CHARGE TOTALES :

On distingue les pertes de charge linéaires et singulières

- Perte de charges linéaires H_L : sont calculées par plusieurs méthodes, dans notre cas nous avons utilisé la formule de Darcy-Weisbach :

$$Hl = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (VII.3)$$

L : la longueur des tronçons

D : diamètre des conduites

V^2 : vitesse de l'eau dans la conduit (m/s)

f : coefficient de perte de charge il est calculé comme suit :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \text{Log}_{10} \left(\frac{k}{3.7D} + \frac{2.5l}{Re\sqrt{f}} \right) \dots \dots \dots (VII.4)$$

Re : le nombre de Reynolds, exprime comme suit :

$$Re = \frac{\rho \bar{v} D}{\mu} \dots \dots \dots (VII.5)$$

k : la hauteur de la rugosité, selon le type de matériaux utilise

Les pertes de charge singulières sont estimées de 0.1 de perte de charge linéaires

❖ **DIMENSIONNEMENT DE LA CONDUITE GRAVITAIRE :**

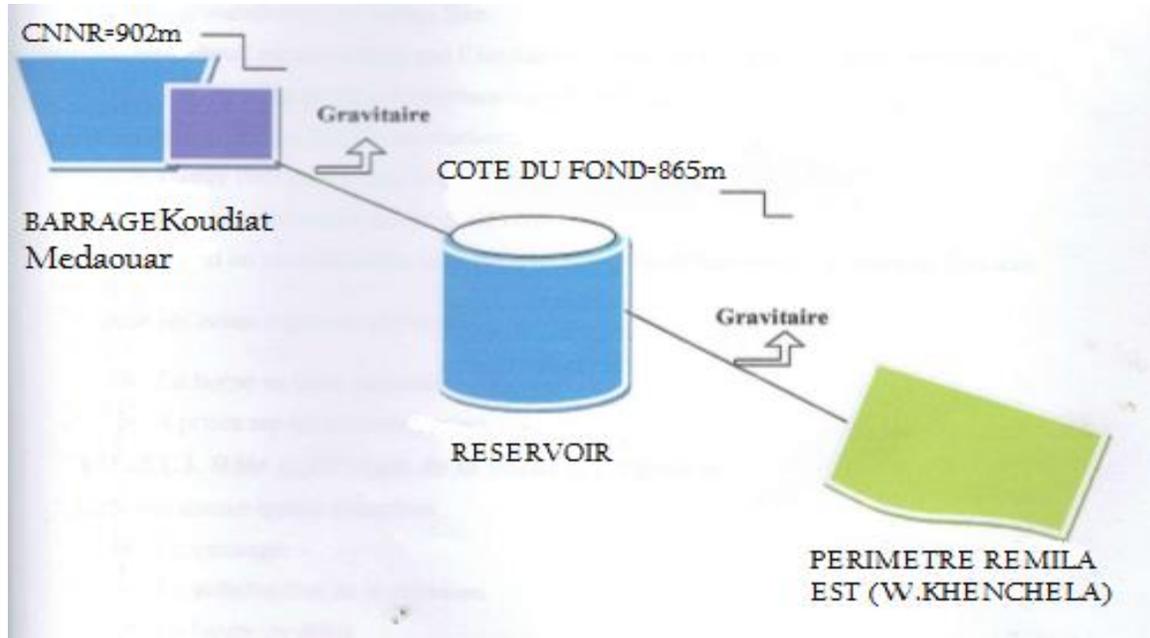


Figure VII.1 : Schéma du réseau d'adduction

Les paramètres de l'adduction

- Un débit de 290l/s.
- Une longueur géométrique de 1530m.
- Une dénivelé de 37 m.
- Le type de conduite choisi est en PEHD d'une rugosité $\epsilon = 0,0006$

Calcul de la longueur équivalente :

$$L_{eq} = 1,1 * L_g$$

$$L_{eq} = 1,1 * 1530 = 1683$$

L_g : Longueur géométrique de la conduite (m) ;

$e_s L$: Longueur équivalente des pertes de charge singulière j(m) ;

Dans le cas des adductions, les pertes de charge singulières sont estimées à **10%** des Pertes de charge linéaires.

La perte de charge est égale à la charge disponible qui est la différence entre le point le plus bas (le Réservoir d'arrivé) et le point le plus haut (barrage)

En appliquant la formule de DARCY-WEISBACH :

$$D = \sqrt[5]{\frac{8 \times Leq \times \gamma \times Q^2}{g \times \pi^2 \times Dh}}$$

$$\Delta H = CTN_{source} - CTP_{réservoir} = 902 - 865 = 37 \text{ m.c.e}$$

On donne une valeur initiale égale à $\lambda = 0,0024$ et on calcule le premier diamètre :

$$D = \sqrt[5]{\frac{8 \times 1683 \times 0,0024 \times 0,29^2}{g \times \pi^2 \times 37}}$$

$$D = 0,437 \text{ m}$$

Calcul de λ :

$$\lambda = \left(1,14 - 0,86 \ln \frac{0,0006^{-3}}{0,077} \right)^{-2} = 0,254$$

Après 3 interrelation la valeur de λ se stabilise : $\lambda = 0,022$ et $D = 0,455 \text{ m}$

Donc le diamètre de dimensionnement calculé est de 455 mm

Type de tuyauterie	Diamètre intérieure (mm)	Débit (m ³ /s)	Vitesse (m/s)
PN10 DN500	440.6	0.29	2.9
PN10 DN630	555.2	0.29	1.3

Dans le cas des adductions, la vitesse optimale de l'écoulement varie de **0,5 à 2.5 m/s**.

Donc on choisi diamètre 630 mm pour notre conduite d'adduction gravitaire.

✓ **Calcul de la perte de charge**

Le calcul de la perte de charge se fait par la formule de DARCY-WEISBACH

$$Dh = \frac{8 \times Leq \times \gamma \times Q^2}{g \times \pi^2 \times D^5}$$

Et d'après les rapports fournis par le simulateur EPANET on constate :

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	P.d.c linéaire (m)	P.d.c Total (m)	Pression (m.c.e)
B-RE	1530	630	290	1.3	2.596	2.856	39.26

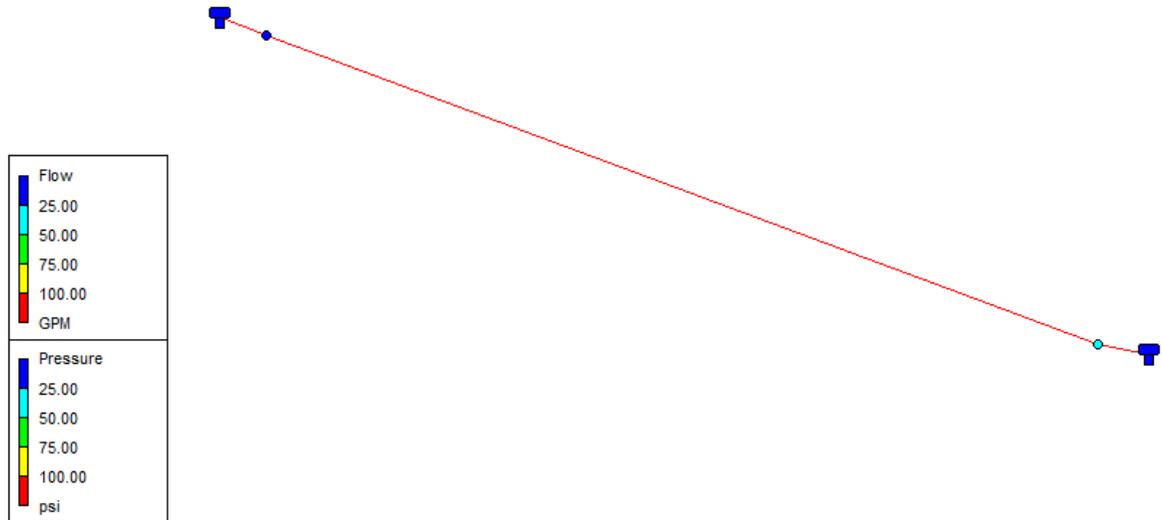


Figure VII.2 : Simulation de la conduite gravitaire

VII.14 SIMULATION DU RESEAU PAR LOGICIEL EPANET :

Après approche du diamètre des canalisations par un calcul hydraulique, on utilise le logiciel EPANET pour déterminer la vitesse et les pertes de charge au niveau de la conduite principale est dans chaque partie du réseau de distribution. Ainsi que la pression au chaque nœud de réseau.

Les résultats des calculs sont présents dans le tableau et la figure ci-dessous :

TAP VII.5 : Calcul hydraulique de réseau de distribution

Les points	N du Troncon	Longueur du troncon L(m)	Debit Q (l/s)	Debit Q (m3/s)	Diametre calcule (mm)	Diametre normalise (mm)	Diametre interieur (mm)	vitesse Reelle (m/s)	P.d.c lineaire HI (m)	P.d.c total (m)	cote terrain (m)	Pression au point P (m)	cote Pizo (m)
N1	R1-N1	350.7	290	0.29	625.95	630	555.2	1.03	1.46	1.606	850.4	30.65	881.05
B1	N1-B1	182.4	13.33	0.01333	145.66	160	141	0.65	0.72	0.792	845.1	34.28	879.38
N2	N1-N2	342.1	144.45	0.14445	501.24	500	440.6	0.95	1.12	1.232	835	37.46	872.46
B2	N2-B2	130.4	13.06	0.01306	144.23	160	141	0.6	0.53	0.583	833.04	38.52	871.56
B3	N2-B3	110.1	21.13	0.02113	183.41	200	176.2	0.39	0.93	1.023	834.12	37.86	871.98
N3	N2-N3	289.2	110.26	0.11026	458.84	500	440.6	0.72	0.73	0.803	827.1	39.06	866.16
B6	N3-B6	210.1	17.95	0.01795	169.07	200	176.2	0.57	0.98	1.078	825.4	36.06	861.46
N4	N3-N4	150.7	92.31	0.09231	421.59	500	440.6	0.81	0.32	0.352	824.7	41.47	866.17
B7	N4-B7	106.2	16.24	0.01624	160.81	160	141	0.63	0.54	0.594	822.17	43.34	865.51
N5	N4-N5	471.2	76.07	0.07607	380.87	400	352.6	0.88	1.14	1.254	810.5	44.6	855.1
B10	N5-B10	80.1	15.24	0.01524	155.77	160	141	0.73	0.98	1.078	808.22	44.61	852.83
N6	N5-N6	252.1	60.83	0.06083	314.2	315	277.6	1.01	0.48	0.528	806	47.95	853.95
B13	N6-B13	108.4	10.92	0.01092	131.85	160	141	0.45	0.42	0.462	805.5	48.15	853.65
N7	N6-N7	161.1	49.91	0.04991	285.72	315	277.6	0.83	0.72	0.792	802.01	48.23	850.24
B12	N7-B12	140.02	15.52	0.01552	157.17	160	141	0.59	0.49	0.539	801.3	48.22	849.52
N8	N7-N8	244.4	33.39	0.03339	236.48	250	220.4	0.9	1.05	1.155	798.2	48.34	846.54
B16	N8-B16	210.1	17.1	0.0171	164.99	200	176.2	0.81	0.92	1.012	793	49.63	842.63
B17	N8-B17	250.1	17.3	0.0173	165.96	200	172.2	0.83	0.96	1.056	794.3	49.61	843.91

Les points	N du Troncon	Longueur du troncon L(m)	Debit Q (l/s)	Debit Q (m3/s)	Diametre calcule (mm)	Diametre normalise (mm)	Diametre interieur (mm)	vitesse Reelle (m/s)	P.d.c lineaire HI (m)	P.d.c total (m)	cote terrain (m)	Pression au point P (m)	cote Pizo (m)
N9	N1-N9	702	132.22	0.13222	458.84	500	440.6	0.95	1.04	1.144	850.1	23.85	873.95
B4	N9-B4	226	20.61	0.02061	181.13	200	176.2	0.89	0.94	1.034	849.2	26.57	875.77
N10	N9-N10	602	111.62	0.11162	421.59	500	440.6	0.83	0.99	1.089	833	31.45	864.45
B5	N10-B5	194.1	20.52	0.02052	180.75	200	176.2	0.8	0.88	0.968	832.1	31.62	863.72
N11	N10-N11	390.1	91.1	0.0911	380.87	400	352.6	0.93	0.75	0.825	818	32.66	850.66
B8	N11-B8	125.4	14.53	0.01453	152.1	160	141	0.73	0.76	0.836	815.2	32.71	847.91
B9	N11-B9	152.1	14.57	0.01457	152.33	160	141	0.67	0.62	0.682	817.1	32.61	849.71
N12	N11-N12	241.1	62	0.062	314.2	315	277.6	1.02	0.7	0.77	809	35.02	844.02
B11	N12-B11	141.13	10.73	0.01073	130.71	160	141	0.69	0.45	0.495	808.1	35.89	843.99
N13	N12-N13	310.5	51.27	0.05127	285.72	315	277.6	0.85	1.01	1.111	803.2	36.36	839.56
B14	N13-B14	145.03	16.15	0.01615	160.38	160	141	0.66	0.81	0.891	803.01	36.35	839.36
N14	N13-N14	324.1	35.12	0.03512	236.48	250	220.4	0.92	1.53	1.683	801	37.78	838.78
B18	N14-B18	210.01	17.43	0.01743	166.59	200	176.2	0.88	1.06	1.166	800.02	37.92	837.94
B15	N14-B15	185.4	17.69	0.01769	167.83	200	176.2	0.85	0.96	1.056	800.5	38.78	839.28

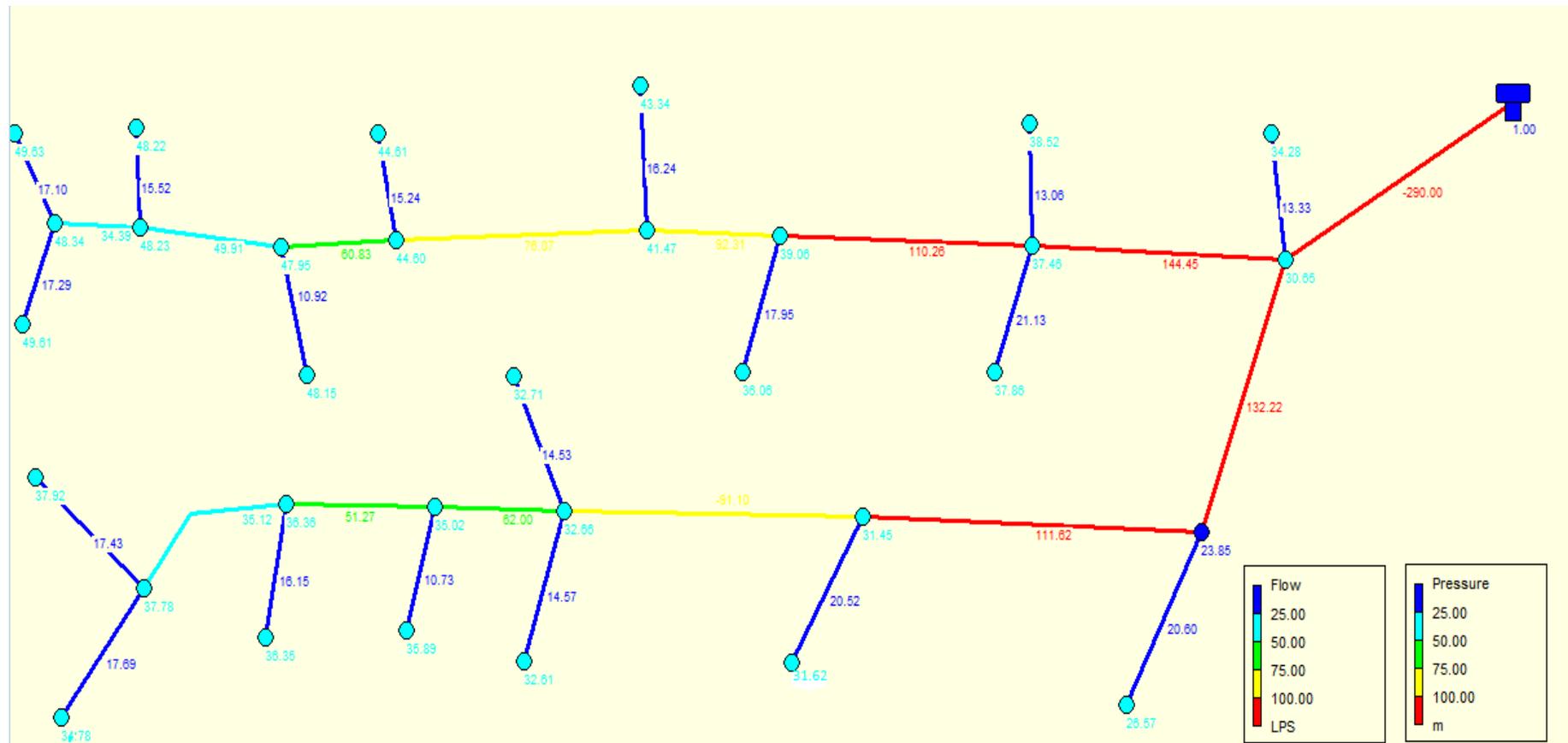


Figure VII.3: Simulation de réseau de distribution

VII.15 DIMENSIONNEMENT DE RESERVOIR DE DISTRIBUTION :

Le réservoir est un ouvrage hydraulique de stockage et de régulation présentant le principe de fonctionnement suivant :

- Assurer la sécurité de la distribution en cas d'arrêt de pompe ;
- Assurer une régulation de débit entre le débit d'apport et le débit de consommation
- De plus il permet de constituer un réservoir d'eau

On calcule d'abord la capacité normalisée du réservoir :

On a le débit caractéristique égale a 290 l/s

Donc :

$$V = 290 * 0.001 * 2 * 3600 = 2088 \text{ m}^3$$

La capacité normalisée sera $V = 2100 \text{ m}^3$

La hauteur optimale d'eau utile h est située entre 3 et 6 m. Cette hauteur peut atteindre 7 à 8 m dans le cas de grands réservoirs.

- **Section de la cuve :**

$$S = \frac{V_n}{h} \dots\dots\dots(\text{VII.6})$$

V_n : capacité normalisée du réservoir (m^3) ;

S : section du réservoir (m^2) ;

h : hauteur utile optimale d'eau (m),

On prend: $h = 6\text{m}$

$$\text{AN: } S = \frac{2100}{6} \Rightarrow S = 350 \text{ m}^2$$

On choisit un réservoir de forme rectangulaire ($L * l * h$)

- **Dimension du reservoir**

Hauteur	6m
Geometrie	rectangulaire
Langueur	20m
Largeur	18m

VII.16 DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU LOCALISEE :**VII.16.1 DONNEES GENERALES :**

Mettons en pratique, sur un exemple concret, les principes précédents :

- ✓ Besoins quotidiens en eau pour les pommiers au mois de pointe correspondant au mois de juin

$$b = 9.38 \text{ mm/jour}$$

- ✓ Espacement entre arbre 4m
- ✓ Espacement entre arbre rangs 4m
- ✓ Caractéristique de goutteur
- ✓ Débit nominale : 4 l/h
- ✓ Pression nominale : 10 mce
- ✓ Espacement goutteurs 1m
- ✓ Temps maximum journaliers de 20/24h
- ✓ Surface de la parcelle $S_6 = 12.38 \text{ ha}$

VII.16.2 RESERVE FACILEMENT UTILISABLE:

Hcc (%)	Hpf (%)	Y	Z(mm)	n	Spd (m)	Sh (m)	Sr(m)	Sa(m)
27	13	2/3	1200	2	1	2	4	4

Tel que:

Hcc : humidité a la capacité au champ

Hpf : humidité au point de flétrissement

Y : degré d'extraction de l'eau du sol

Z : profondeur d'enracinement en (mm)

n : nombre de point de distribution par arbre

Spd : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre

Sh : Largeur de la bande humidifiée

Sr : Ecartement entre rangs d'arbre

Sa : Espacement des arbres sur les rangs

$$RFU = \frac{2}{3}RU = \frac{2}{3}da * (Hcc - Hpf) * Y = 145.6 \text{ mm}$$

VII.16.3 DOSE NETTE :

La deuxième étape en micro-irrigation, est la détermination d'une fraction ou pourcentage d'humidification du bulbe humide dans la zone racinaire

$$P = \frac{n \times Spd \times Sh}{Sr \times Sa} = \frac{2 \times 2 \times 1}{4 \times 4} = 0.25 = 25\% \dots \dots \dots (VII. 7)$$

Donc la dose nette corrigée devient :

$$D_{nette} = RFU \times P = 145.6 \times 0.25 = 36.4 \text{ mm}$$

VII.16.4 DOSE BRUTE :

C'est le volume d'eau d'irrigation nécessaire en pratique Dnette et Dbrute d'arrosage dépend en fait de l'uniformité de l'irrigation et de l'efficience du réseau

$$D_{brute} = \frac{D_{net}}{Cu} = \frac{36.4}{0.9} = 40.44 \text{ mm} \dots \dots \dots (VII. 8)$$

Cu : coefficient d'uniformité Cu=90%

VII.16.5 FREQUENCE D'ARROSAGE :

Cette valeur dépend de la transpiration journalière moyenne dans la période de pointe des cultures et de la dose appliquée a chaque arrosage

$$f = \frac{D_{net}}{ETM} \dots \dots \dots (VII. 9)$$

Et : $ETM = ETM_{pointe} \times Kr$

- Le coef de réduction Kr dépendant du taux de couverture Cr
- Le coef Kr est donne par plusieurs formules comme :
 - La formule de Keller et Karmeli (1974):

$$Kr = \frac{Cs}{0.85} \dots \dots \dots (VII. 10)$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$Kr = Cs + 0.5(1 - Cs) \dots \dots \dots (VII. 11)$$

- La formule de Decroix (CTGREF):

$$Kr = 0.1 + Cs \dots \dots \dots (VII. 12)$$

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

Donc :

Kr = 0.71 Selon Keller et Karmeli ;

Kr = 0.80 Selon Freeman et Garzoli;

Kr = 0.70 Selon Decroix (CTGREF);

On prend le (Kr = 0.71).

$$ETM_r = 9.38 * 0.71 = 6.66 \text{ mm/j}$$

Donc:

On prend $f=5$ jours

Et on recalcule la nouvelle dose réelle (dose brute)

$$Dr = \frac{Bj \times f}{Ef \times Cu} \dots \dots \dots (VII. 13)$$

$$Dr = \frac{6.66 \times 5}{Ef \times Cu} = 41.11mm$$

Ef : efficience du reseau d'irrigation $Ef=90\%$

VII.16.6 LA DUREE D'ARROSAGE :

$$t = \frac{Dbrute \times Sr \times Sa}{e \times q} \dots \dots \dots (VII. 14)$$

Avec :

q : débit moyen d'un goutteur 4l/h

e : nombre de goutteurs par arbre

$$t = \frac{41.11 \times 4 \times 4}{4 \times 2} = 80.88 = 81 \text{ h}$$

VII.16.7 LA DUREE D'ARROSAGE JOURNALIER :

$$Dj = \frac{t}{f} = \frac{80.88}{5.47} = 14.79 = 15 \text{ h/j} \dots \dots \dots (VII.15)$$

VII.16.8 NOMBRE DE POSTE :

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{temps de travail}}{\text{duree d'arrosage journaliers}} = \frac{20}{14.7} = 2 \text{ postes} \dots \dots \dots (VII. 16)$$

VII.16.9 SURFACE DE POSTE:

$$Sp = \frac{\text{Surface totale}}{\text{nombre de poste}} \dots \dots \dots (VII. 17)$$

$$Sp = \frac{12.38}{2} = 6.19 \text{ ha}$$

A partir de cette surface on peut déduire la dimension nécessaire des rampes et de la porte rampes.

VII.17 CALCULS HYDRAULIQUE :**VII.17.1 CONDITION HYDRAULIQUE :**

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

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% \dots \dots \dots (VII.18)$$

La variation maximale de la pression

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

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = \frac{\Delta H}{H(n)} \dots \dots \dots (VII.19)$$

Tel que :

$q(g)$: débit nominal du goutteur

$H(n)$: pression nominale

$$0.1 = 0.5 \cdot \frac{\Delta H_{max}}{10} \dots \dots \dots (VII.20)$$

$$\Delta H_{max} = \frac{1}{0.5} = 2 \text{ mce}$$

La répartition de la perte de charge est :

Perte de charge singulière :

On a $\Delta H = p.c.s + p.c.l$

Avec:

$$p.c.s = 10\% \times \Delta H = 0.2 \text{ m} \dots \dots \dots (VII.21)$$

Perte de charge linéaire : $p.c.l = \Delta H - p.s.c = 1.8 \text{ m}$

1/3 sur les porte rampes $P.d.c (pr) = 0.6 \text{ mce}$

2/3 sur les rampes $P.d.c (r) = 1.2 \text{ mce}$

VII.17.2 DEBIT:

$$Qr = Qg * Ng \dots \dots \dots (VII.22)$$

$$Qpr = Qr * Nr \dots \dots \dots (VII.23)$$

Avec :

Q_r : Débit de rampe

Q_g : Débit des goutteurs

$N_{g/r}$: Nombre des goutteurs par rampe

N_r : Nombre des rampes

Q_{pr} : Débit de porte rampe

Les longueurs de la rampe et de la porte rampe sont :

La longueur de la rampe (L_r) : 150m

La longueur de la porte rampe (L_{pr}) : 200 m

REMARQUE :

On fait le calcul pour le poste 01 par ce que on a deux poste ayant les mêmes caractéristiques géométriques on fait un seul dimensionnement.

VII.17.3 NOMBRE D'ARBRES PAR RAMPE :

$$N_{arbre} = \frac{L_r}{E_r} = \frac{150}{4} = 37 \text{ arbre} \dots \dots \dots (VII.24)$$

VII.17.4 NOMBRE DE GOUTTEURS PAR RAMPE :

$$N = N_{arbre} * n = 37 * 2 = 74 \text{ goutteurs} \dots \dots \dots (VII.25)$$

n : nombre de point de distribution par arbre

VII.17.5 NOMBRE DES RAMPE:

$$N_{rampe} = \frac{L_{pr}}{E_r} = \frac{200}{4} = 50 \text{ rampes} \dots \dots \dots (VII.26)$$

VII.17.6 DEBIT DE RAMPE:

$$Q_r = N_g * Q_g \dots \dots \dots (VII.27)$$

$$Q_r = 74 * 4 = 296 \text{ L/h}$$

VII.17.7 DEBIT DE LA PORTE RAMPE :

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 296 * 50 = 14800 \text{ L/h}$$

VII.17.8 DEBIT DE CONDUITE SECONDAIRE :

$$Q_{cal} = Q_{pr} * N_{pr} = 14800 * 2 = 29600 \text{ l/h}$$

VII.18 DIMENSIONNEMENT DES DIFFÉRENTES PARTIES DU RÉSEAU :

Pour le calcul des dimensions des canalisations (rampe et porte rampe), on propose que les rampes soient en PEHD.

Le diamètre de rampes ainsi que des porte rampes est calculé d'après les formule suivante :

$$\varnothing r(cal) = \left[\frac{P.d.c(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots \dots \dots (VII. 28)$$

$$\varnothing pr(cal) = \left[\frac{P.d.c(pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots \dots \dots (VII. 29)$$

Avec :

Pdc(r) : la perte de charge dans la rampe

Q(r) : le débit de la rampe en l/h

L(r) : la longueur de la rampe en m

Ør(cal) : le diamètre de rampes

Øpr(cal) : le diamètre de porte rampe

VII.18.1 VERIFICATION DES PERTES DE CHARGES :

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, on applique la formule de « Tison ».

La perte de charge unitaire :

$$i = \frac{0.478}{2.75} \cdot D^{-4.75} \dots \dots \dots (VII. 30)$$

La perte de charge le long de la conduite en (m)

$$j = \frac{L}{2.75} \cdot i \dots \dots \dots (VII. 31)$$

Où : L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (l/h) ;

D : diamètre intérieur de la canalisation ;

VII.18.2 CALCULS HYDRAULIQUES DE LA RAMPE :

TAB VII.6: Caractéristique de la conduite de la rampe.

Poste	Surface (ha)	Lr(m)	Ng	Qr(l/h)	P.d.c (m)	D cal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	Hcal (m)
1	6.19	150	74	296	1.2	17.45	16	0.53	0.22

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 1.2 mce (hr max).

VII.18.3 CALCULS HYDRAULIQUES DU PORTE RAMPE :

TAB VII.7: Caractéristiques de la conduite de la porte rampe

Poste	Surface (ha)	Lpr(m)	Npr	Qpr(l/h)	P.d.c (m)	D cal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	Hcal (m)
1	6.19	200	2	14800	0.6	82.7	60	0.64	0.17

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 0.6 mce (hpr max).
 D'après les deux tableaux précédents, on voit que les pertes de charges totales n'ont pas dépassé la limite imposée par la règle de Christiansen.

VII.18.4 CALCUL DES DIAMÈTRES DE LA CONDUITE SECONDAIRE :

La conduite secondaire alimente la parcelle de pommier de surface 6.19 ha. Pour calculer le diamètre on doit fixer la Vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.25 m/s tel que :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}} \dots \dots \dots (VII.32)$$

Avec :
 Q : débit de la conduite considérée (m³/s) ;
 V : Vitesse d'écoulement (m/s).

VII.18.5 CARACTÉRISTIQUE DE CONDUITES SECONDAIRES :

TABVII.8 : Caractéristique de la conduite secondaire

Poste	L(m)	Q(l/h)	Vsuppose (m/s)	Dcal(mm)	Dn (mm)	Vcal(m/s)
1	6	29600	1.25	116	125	0.28

VII.18.6 DIAMÈTRE DE LA CONDUITE PRINCIPALE À LA SORTIE DE LA BORNE :

TAB VII.9 : Caractéristique de la conduite d'approche

L(m)	Q(l/h)	Vsuppose (m/s)	Dcal(mm)	Dn (mm)	Vcal(m/s)	H cal (m)
12	59200	1.25	135,4	160	0.68	0.068

VII.18.7 LA PRESSION D'EAU À LA BORNE DE DISTRIBUTION :

La pression d'eau que doit fournir la borne de distribution a la parcelle est égale a la somme de la Pression nominale (10 mce) plus la somme des pertes de charges de cheminement de la borne D'irrigation jusqu'au goutteur le plus défavorable (éloigné ou élevé).

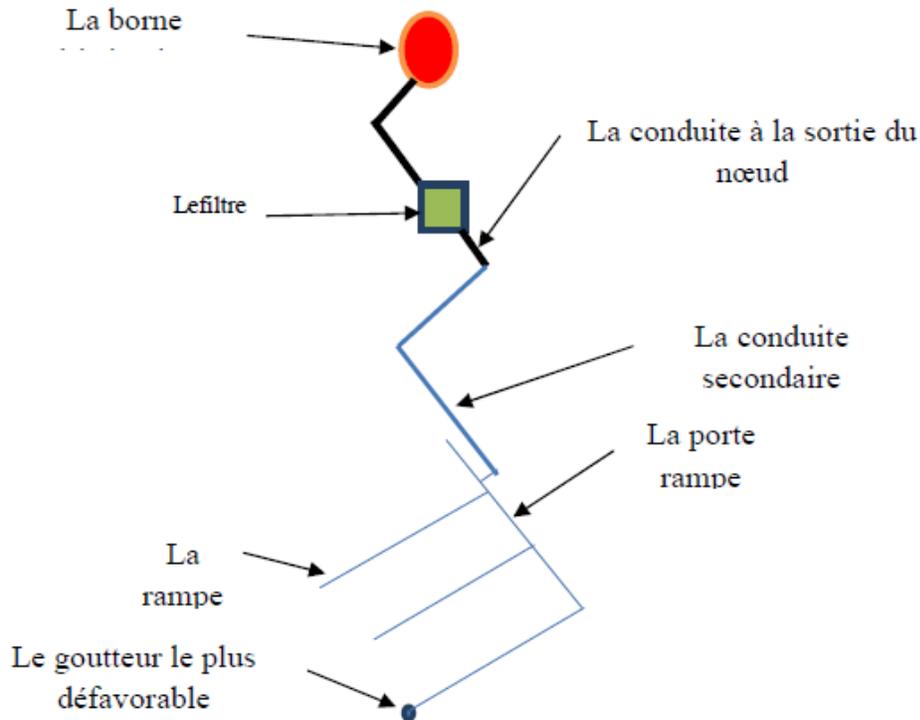


Figure VII.4: Schéma explicatif de la desserte borne-goutteur

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

TABVII.10 : Les pertes de charge totale

	Rampe	P.rampe	C.secondeire	C.sortie
Longueur (m)	150	200	6	12
Diametre (mm)	16	60	125	160
P . de charge (m)	0.53	0.64	0.28	0.068

A partir du tableau on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne d'irrigation jusqu'a le goutteur le plus défavorable ; Donc la pression demandée à la borne égale à la pression nominale plus la somme des pertes de charges.

$$\Delta h = 10 + 0.53 + 0.64 + 0.28 + 0.068 = 11.52 \text{ m}$$

CONCLUSION :

Dans ce chapitre nous avons abordé les variantes d'aménagement du système de distribution et détaillé les structures et facteurs régissant la conception de la gestion d'un système distribution ainsi que les calculs relatifs aux bornes d'irrigation

Dans le cadre de la réalisation du projet, le périmètre est découpé en 18 ilots d'irrigation avec une superficie totale de 200 ha et une taille moyenne de 11.2 ha

En deuxième phase, nous avons entamé le calcul hydraulique des canalisations du système de distribution du périmètre d'étude.

Et finalement. Nous avons étudié le dimensionnement d'un réseau goutte à goutte. Ayant dimensionné tous les organes du réseau localisé projeté sur la parcelle choisie. Nous avons effectué une vérification de la pression à la sortie de la borne, afin d'assurer la pression nominale de 10 m.c.e dans le goutteur le plus éloigné et cela pour assurer le bon fonctionnement des goutteurs.

CHAPITRE VIII

ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE

INTRODUCTION :

L'étude économique d'un projet est indissociable de l'étude technique, car c'est elle nous donne les éléments déterminants pour la réalisation ou pas du projet. A titre d'exemple:

- ✓ L'enveloppe à débloquer pour la réalisation du projet et sa disponibilité
- ✓ Les intérêts économiques et sociaux du projet face à l'importance de l'enveloppe budgétaire débloquée

Dans le cadre de notre travail, l'étude qui va suivre n'a pour but que de donner une idée générale sur le cout que peut occasionner un projet de ce genre

Après l'étude ou l'élaboration d'un tel projet, un aspect économique doit être pris en considération, pour cette raison on doit faire une estimation des frais.

VIII.1. FACTURES PRO FORMA DES ÉQUIPEMENTS HYDRAULIQUES :

TAB VIII.1 : Factures pro forma pour les conduites de réseau de l'irrigation :

Equipment	Unite	Quantite	Prix unitaire DA	Prix total DA
Tube Ø20 PEHD	m/l	3618.4	29.07	105186.88
Tube Ø90 PEHD	m/l	2412.27	359.09	866222.03
Tube Ø125 PEHD	m/l	447	660.13	295078.11
Tube Ø160 PEHD	m/l	1948	1142.25	2225103
Tube Ø200 PEHD	m/l	1595.2	1650.84	2633419.9
Tube Ø250 PEHD	m/l	568.5	2595	1475257.5
Tube Ø315 PEHD	m/l	964.3	4093.57	3947429.5
Tube Ø400 PEHD	m/l	861.3	6698.74	5769590.3
Tube Ø500 PEHD	m/l	1626	10152.51	16507981.2
Tube Ø630 PEHD	m/l	1880.7	15738.79	29599942.4
TOTAL				63425210.7

Les prix des conduites sont base de catalogue de Groupe K-PLAST (Tube PEHD : PN 10)

TAB VIII.2 : Factures pro forma pour les mécaniques et accessoires de réseau de l'irrigation

Equipement	Unite	Quantite	Prix unitaire	Prix total
Borne d'irrigation, avec accessoires de raccordement, DN 100 à 2 prises	U	15	93950	1409250
Borne d'irrigation, avec accessoires de raccordement, DN 150 à 2prises	U	3	115380	346140
Goutteur	U	7400	6.13	45362
Vanne Ø 90	U	4	5500	22000
Vanne Ø 110	U	15	12000	180000
Vanne Ø 150	U	3	14000	42000
Vanne Ø 500	U	2	46000	92000
TOTAL				2136752

VIII. 2 FRAIS DES TRAVAUX SUR RÉSEAU D'IRRIGATION :

Il s'agit des frais des travaux exécutés pour la réalisation des tranchées et autres emplacements pour la pose de canalisations :

VIII.2.1 CALCUL DES VOLUMES DE DÉBLAIS ET REMBLAIS :

La pose des conduites dans le réseau se fait dans des tranchées conçues selon le tracé et l'itinéraire des lignes de conduites et prend en compte les longueurs, les largeurs et les hauteurs de chaque tranchée conçue à recevoir une conduite de diamètre spécifique

- La largeur de la tranchée varie selon la section des conduites est de:

$$l = D + 2 \times 0.3 \text{ (m)} \dots \dots \dots \text{(VIII.1)}$$

- La hauteur est de:

$$H = D + h_{\text{sable}} + 0.8 \text{ (m)} \dots \dots \dots \text{(VIII.2)}$$

Avec :

h_{sable} : qui est la hauteur du lit de sable comprise entre 0.1 et 0.2 mètres

Sois L la longueur de la tranchée en mètres.

D : diamètre de la conduite.

VIII.2.1.1 VOLUME DU DÉBLAIEMENT :

Le volume des déblaiements sera alors égal à :

$$V_{\text{deb}} = L \times H \times l \text{ (m}^3\text{)} \dots \dots \dots \text{(VIII.3)}$$

VIII.2.1.2 VOLUME DE REMBLAIS :

Le volume du remblai est égal à celui des déblais duquel on soustrait le volume de la Conduite enterrée on aura donc :

$$V_{\text{remb}} = V_{\text{deb}} - V_{\text{cond}} \dots \dots \dots (\text{VIII.4})$$

$$V_{\text{cond}} = \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) L \dots \dots \dots (\text{VIII.5})$$

Donc:

$$V_{\text{remb}} = V_{\text{deb}} - \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) L \dots \dots \dots (\text{VIII.6})$$

VIII.2.1.3 VOLUME DE SABLE :

Le Volume du sable nécessaire pour le lit de sable est égal à :

$$V_{\text{sable}} = h_{\text{sable}} \times L \times l \dots \dots \dots (\text{VII.8})$$

La figure si après illustre la disposition de la conduite au niveau de la tranchée :

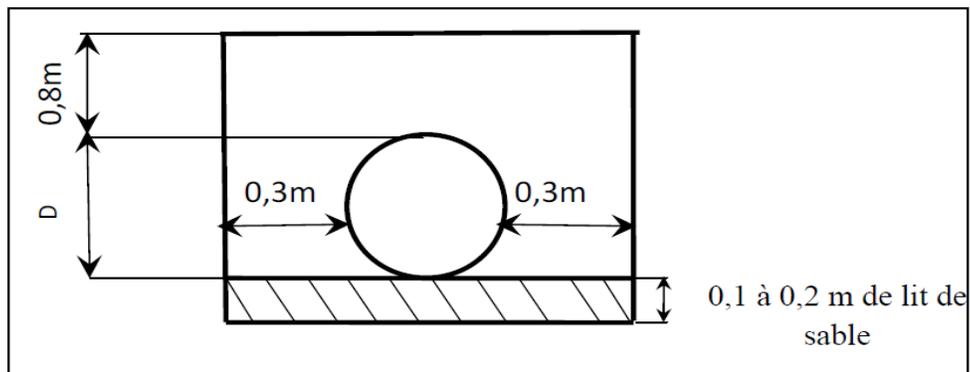


Figure VIII.1 : Disposition de la conduite dans une tranchée

Calculs des différents volumes :

TAB VIII.3 : Calcul des volumes des déblais et remblais du réseau de distribution.

Tubes enterrés	Longueur (m)	largeur (m)	hauteur (m)	V déblai (m ³)	V sable (m ³)	V conduites (m ³)	V remblai (m ³)
PEHD Ø 160	1948	0.76	1.06	1569.309	148.048	61.1672	1508.142
PEHD Ø 200	1595.2	0.8	1.1	1403.776	127.616	50.08928	1353.687
PEHD Ø 250	568.5	0.85	1.15	555.7088	48.3225	17.8509	537.8579
PEHD Ø 315	964.3	0.915	1.215	1072.036	88.23345	30.27902	1041.757
PEHD Ø 400	861.3	1	1.3	1119.69	86.13	27.04482	1092.645
PEHD Ø 500	1626	1.1	1.4	2504.04	178.86	51.0564	2452.984
PEHD Ø 630	350.7	1.23	1.53	659.9823	43.1361	11.01198	648.9704
LA SOMME				8884.542	720.3461	248.4996	8636.043

VIII.3 COUT TOTAL DES TRAVAUX PUBLICS SUR RÉSEAU D'IRRIGATION :**VIII.3.1 DÉBLAIEMENT :**

Le prix du mètre cube de déblayage est de 250DA.

Le déblaiement correspondant à la pose des conduites est de **8884.542m³**.

D'où :

$$F_{deb} = 8884.542 \times 250$$

$$F_{deb} = \mathbf{2221135.5 \text{ DA}}$$

VIII.3.2REMBLAIS :

Le prix du mètre cube de remblai est de 200DA d'où :

$$F_{remb} = 8636.043 \times 200$$

$$F_{remb} = \mathbf{1727208.6 \text{ DA}}$$

VIII.3.3 SABLE :

Le prix du mètre cube de sable est de 800 DA d'où :

$$F_{sable} = 720.3461 \times 800$$

$$F_{sable} = \mathbf{5762776 \text{ DA}}$$

Alors le cout total des travaux publics :

Déblaiement	2221135.5 DA
Remblais	1727208.6 DA
Sable	5762776 DA
TOTAL	9711120.1 DA

Alors le cout total du projet en rapport à toutes les opérations financières est de l'ordre de:

TAB VIII.4 : Devis estimatif total.

TRAVAUX	COUT (DA)
Conduites de réseau de l'irrigation	63 425 210.9
Accessoires de réseau de l'irrigation	2 136 752
Travaux publics sur réseau d'irrigation	9 711 120.1
Prix total (HT)	75 273 083
TVA (19 %)	12 796 424
Montant TTC	88 069 507

Donc le cout total du projet est égale **88 069 507DA**, écrit en lettre : **QUATRE-VINGT-HUIT MILLIONS SOIXANTE-NEUF MILLE CINQ CENT SEPT DINARS**

CONCLUSION :

On constate que le cout de la projection du reseau d`irrigation localise et le reseau de distribution est évalué a **88 069 507DA**.

D`après le cout de la projection des réseaux que nous avons obtenus, on remarque que l`estimation financière du réseau d`irrigation localisée est relativement importante. Cette élévation est due à l`utilisation d`un nombre de conduite assez important.

Les prix utilisés dans cette étude restent des prix référentiels, le bon choix des offres selon les dispositions du code des marchés publics joue un rôle important dans contrôle du coût du projet.

CONCLUSION GENERALE

L'objectif de ce mémoire de fin d'étude, est l'étude du périmètre d'irrigation de Remila Est situé dans la wilaya Khenchela, en vue de dimensionner un réseau d'irrigation dans le but d'assurer une répartition de l'eau de façon uniforme et économique, facteur le plus essentiel en irrigation.

Néanmoins, les caractéristiques physiques, pédologiques et les conditions socio-économiques que présente l'aire du périmètre de Remila Est, sont favorables à la mise en irrigué du périmètre. L'irrigation du périmètre sera desservie à partir d'un barrage de Koudiat Medaouar.

La desserte du périmètre de Remila Est sera assurée par un réseau de distribution affectant une superficie de 200 ha et avec des pressions généralement supérieures à 3 bars, ce qui permettra aux agriculteurs de pratiquer les nouvelles techniques d'irrigation.

La mise en action de ce projet, reste conditionnée par plusieurs facteurs (**Agro-Pedo-Climatiques**), et le respect de la pratique des cultures adoptées et affectées selon les aptitudes culturales des sols. En plus, du respect en matière de pilotage de l'irrigation, qui nécessite la vulgarisation et la sensibilisation, en moyens de mobilisation pour préserver le bon entretien des équipements.

L'étude comparative entre les modes d'irrigation, nous a montré que le système goutte à goutte est le plus convenable pour les cultures arboricoles et maraîchère.

Une fois que les conditions agronomiques et hydrauliques seront pratiquées, les exploitations agricoles dégageront des rendements appréciables, qui reflèteront les vraies potentialités du périmètre.

Ce projet peut donc contribuer à améliorer l'ensemble des facteurs socioéconomique de la région, le but est d'assurer un bon recouvrement du périmètre d'irrigation à fin d'alimenter convenablement toute la superficie à irriguer, ce qui va améliorer le rendement et d'avoir une stabilité moyenne de long terme.

En conclusion, le projet défini en rapport à tous les montants et tarifs des équipements hydrauliques et la pose de canalisations et les travaux publics sur réseau d'irrigation

Le total de l'investissement révèle un montant global de : **QUATRE-VINGT-HUIT MILLIONS SOIXANTE-NEUF MILLE CINQ CENT SEPT DINARS.**

REFERENCES BIBLIOGRAPHIE

[1] B. TOUAIBIA. (2004). (Cours d'Hydrologie 3^{ème} Année et Régularisation des débits 4^{ème} année).

[2] Bulletin N°30 FAO Calcul des besoins en eau des cultures

[3] Bulletin DE FAO N° 24 Les besoins en eau des cultures, 1975 (A C* E F)

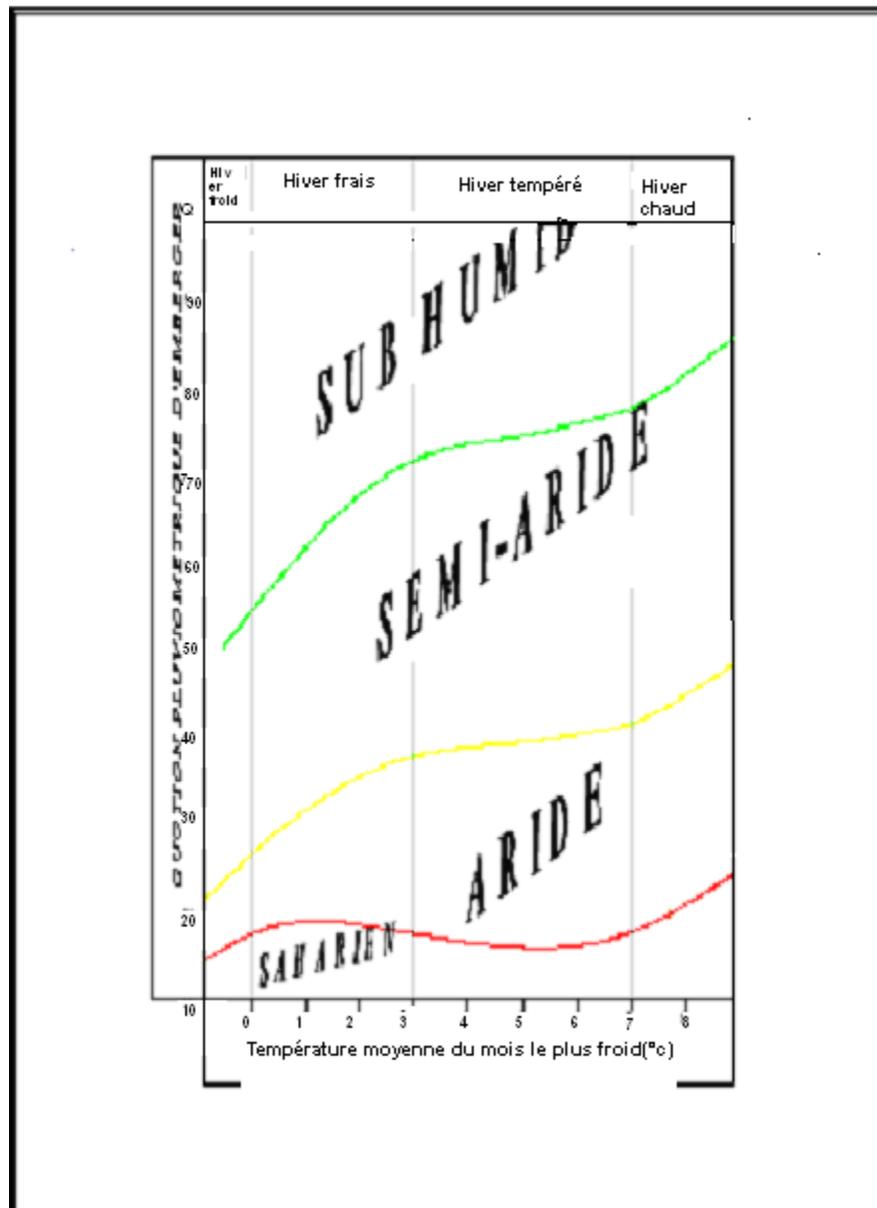
[4] M. MESSAHEL (1988) : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation) Edition O.P.U. Alger ;

[5] FRIEKH HICHAM (2016) : Dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre de Hassi Lefhel –Secteur 01- (W. Ghardaïa) d'une superficie de 200 ha

[6] BOUBEKEUR SAMI (2015) : étude de périmètre d'irrigation lahzima commune de l'outaya (W. Biskra) à partir du barrage de fontaines des gazelles superficie de 288 ha

[7] Carte d'état major (W-BATNA, W-KHENCHELA)

ANNEXES



Classification du climat selon l'indice de Gausson

Annexes

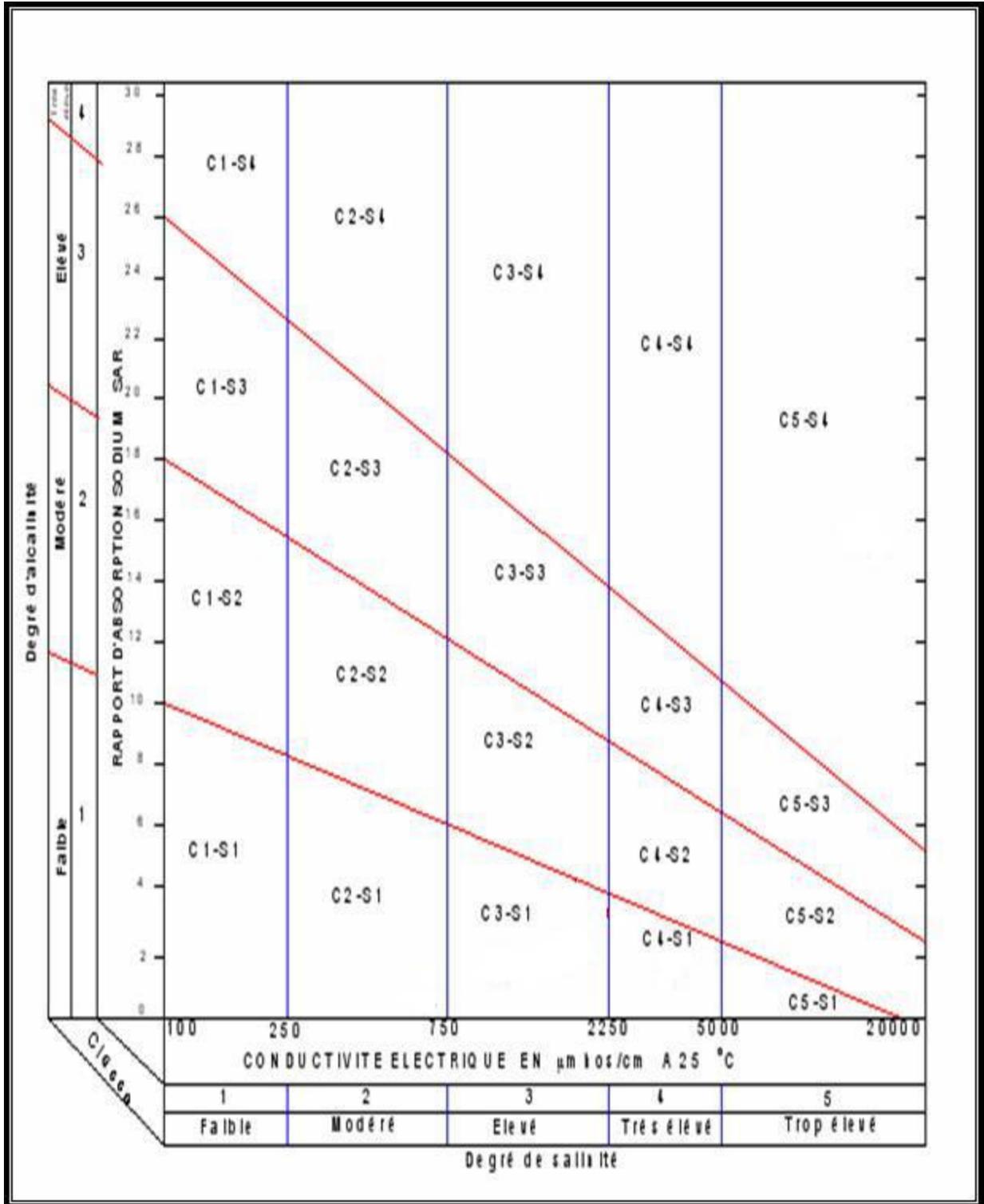


Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

Tableau 7 CARACTERISTIQUES 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)

* plage de variation

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

Tableau n° 3

cultures annuelles	POURCENTAGE DE LA PERIODE DE CROISSANCE									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Betterave à sucre	0,45	0,50	0,70	0,95	1,05	1,15	1,25	1,25	1,15	1,10
Coton	0,20	0,30	0,40	0,60	0,90	1,00	1,00	0,90	0,700	0,60
Haricots	0,50	0,65	0,80	1,00	1,10	1,15	1,10	0,95	.80	0,70
* Mais Grains	0,45	0,55	0,65	0,80	1,00	1,08	1,08	1,02	0,95	0,85
Mais Fourrage	0,45	0,50	0,60	0,70	0,80	1,02	1,10	1,10	1,05	0,95
Maralchage	0,35	0,50	0,65	0,75	0,80	0,82	0,80	0,75	0,65	0,50
Melons	0,45	0,58	0,60	0,70	0,80	0,82	0,80	0,75	0,72	0,70
Pomme de terre	0,35	0,45	0,60	0,85	1,10	1,25	1,35	1,35	1,35	1,25
Sorgho grains	0,30	0,50	0,70	0,50	1,10	1,05	0,95	0,80	0,70	0,60
Tomates	0,45	0,45	0,50	0,85	0,85	1,00	1,02	0,95	0,85	0,75

VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL Kc POUR LES CULTURES PERENNES

Tableau n° 5

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



UNITE TUBE

GAMME DE PRIX
TUBES PEHD EAU (PE80 & PE100)

TUBES PEHD : PN 06				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
-	Ø20	-		
1L3003	Ø25	-	36,28	42,45
1L3006	Ø32	-	48,36	56,57
1L3009	Ø40	2.0	64,6	75,58
1L3012	Ø50	2.4	86,25	114,95
1L3015	Ø63	3.0	160,25	187,49
1L3018	Ø75	3.6	225,21	263,49
1L3022	Ø90	4.3	296,03	346,35
1L3025	Ø110	4.0	357,86	418,70
1L3040	Ø125	-	473,08	553,50
1L3030	Ø160	5.8	770,85	901,89
1L3044	Ø200	7.2	1 163,39	1 381,17
1L3050	Ø250	9.1	1 980,00	2 281,5
1L3062	Ø315	11.4	3 080,00	3 603,6
1L3079	Ø400	14.5	5 134,24	6 007,06
1L3081	Ø500	19.1	8 938,13	10 517,61
1L3082	Ø630	24.1	12 682,60	14 838,53

TUBES PEHD : PN 10				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
P31L3000	Ø20	-	29,07	34,01
P31L3004	Ø25	2.5	38,28	44,79
P31L3007	Ø32	2.5	55,48	64,91
P31L3010	Ø40	3.0	84,10	98,40
P31L3013	Ø50	3.7	135,26	158,25
P31L3016	Ø63	4.7	209,69	246,34
P31L3019	Ø75	5.6	300,50	351,59
P31L3023	Ø90	5.4	359,09	420,14
P31L3026	Ø110	6.6	540,50	632,39
P31L3028	Ø125	7.4	660,13	772,35
P31L3031	Ø160	9.5	1 142,25	1 336,43
P31L3033	Ø200	11.9	1 650,84	1 931,48
P31L3035	Ø250	14.8	2 595,00	3 036,15
P31L3041	Ø315	18.7	4 093,57	4 789,47
P31L3039	Ø400	23.7	6 698,74	7 837,53
P31L3049	Ø500	29.7	10 152,51	11 878,44
P31L3048	Ø630	37.4	15 738,79	18 414,38

TUBES PEHD : PN 16				
e	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
01	Ø20	2.3	32,18	37,66
05	Ø25	2.8	50,86	59,49
08	Ø32	3.6	78,51	91,86
11	Ø40	4.5	120,95	141,51
16	Ø50	5.6	188,28	220,29
22	Ø63	7.1	297,95	348,60
30	Ø75	8.6	407,8	477,13
40	Ø90	8.2	510,71	597,53
50	Ø110	10.0	757,19	885,91
63	Ø125	11.4	967,90	1 132,44
80	Ø160	14.6	1 960,00	2 281,20
100	Ø200	18.2	3 072,00	3 592,24
125	Ø250	22.7	5 815,00	6 863,55
160	Ø315	28.6	8 850,00	10 444,50
200	Ø400	36.3	13 320,00	15 604,40
250	Ø500	45.4	19 911,00	23 445,87
315	Ø630	57.2	29 123,60	34 054,50

TUBES PEHD : PN 20				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
P31L3101	Ø20	2.3	38,01	44,67
P31L3102	Ø25	3.0	53,29	62,35
P31L3103	Ø32	3.6	82,22	96,20
P31L3104	Ø40	4.5	128,16	149,94
P31L3105	Ø50	5.6	200,7	234,82
P31L3106	Ø63	7.1	339,73	396,21
P31L3107	Ø75	8.4	447,35	523,40
P31L3108	Ø90	10.1	627,09	733,70
P31L3109	Ø110	12.3	948,86	1 110,17
P31L3110	Ø125	14.0	1 202,75	1 407,22
P31L3111	Ø160	17,9	1 947,59	2 278,68
P31L3112	Ø200	22.4	3 121,70	3 662,39
P31L3113	Ø250	27,9	4 846,33	5 670,21
P31L3114	Ø315	35.2	7 585,88	8 878,48
P31L3115	Ø400	44.7	12 110,03	14 188,74
P31L3116	Ø500	55.8	19 063,81	22 304,66
-	Ø630	-		

1 Longueur de Tubes : du Diamètre 25 mm au 110 mm sont des Couronnes (Rouleurs) de 100 ML.
 2 Longueur de Tubes : du Diamètre 125 mm au 400 mm sont des tubes de 12 ML.
 3 Longueur de Tubes : du Diamètre 500 mm au 630 mm sont des tubes de 96 ML.

SARL K-PLAST
Transformation de Plastique
Cité du 1^{er} Novembre 1354
Boulogne - SETE