

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE
« ARBAOUI Abdellah »

DEPARTEMENT SPECIALITES

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN HYDRAULIQUE

Option : Conception des systèmes d'Irrigation - drainage

THEME

**Impact du changement du foncier et des
assolements sur le réseau d'irrigation collectif
d'un périmètre de la Mitidja Ouest (tranche II)**

Présenté par :
M^r BENABDELKADER ABDELAZIZ

Promoteur :
M^r M. BOUKHELIFA

Devant le Jury composé de:

Président : M^r B. BENLAOUKLI
Examineurs :
M^{me} W. AZIEZ
M^{elle} H. BOUCHAMA
M^r R. REKROUK

∞ Dédicace ∞

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect a :

-  *mes parents.*
-  *mes frères et sœurs.*
-  *toute ma famille.*
-  *Mes amis à TELEMCEN et à Blida.*

ABDELAZIZ.

Remerciements

Avant tout, je remercie DIEU qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de courage pour achever mes études.

Et « quiconque ne remercie pas les gens, ne remercie pas Dieu»

Je remercie fortement mon promoteur : Mr BOUKHELIFA. M de m'avoir orienté par ses conseils judicieux dans le but de mener a bien ce travail.

Je tiens à remercier aussi :

 *Les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer mon travail.*

 *Le corps d'enseignants et les étudiants de l'ENSH.*

 *Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans l'élaboration de mon mémoire.*

ABDELAZIZ.

ملخص:

إن تصميم شبكة السقي يرتكز على تقسيم الأرض والاحتياجات المائية للمحاصيل الموضوعة في إطار مختلف الدورات الزراعية. بعد عدة سنوات من تشغيل هذه الشبكات قد تكون هناك تغييرات في التقسيم للأرض والدورات الزراعية. الهدف من عملنا دراسة آثار التغييرات المذكورة أعلاه على شبكة السقي. هذا المشروع يحتوي على وضع تقرير شامل للمعطيات الأساسية (تقسيم قطعة أرض، والاحتياجات المائية للمحاصيل، الخ...) من حيث الشبكة المصممة. وثانيا لإجراء تحقيق ميداني للدورات الزراعية الجديدة ، وبالتالي تقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل الحالية ، وكذلك التقسيم للأرض. وأخيرا دراسة تأثير هذه التغييرات على عملية الري ، على شبكة السقي الموجودة، على الموارد المائية لهذه المساحة الزراعية وتقديم توصيات مناسبة.

Résumé:

Le dimensionnement des réseaux d'irrigation collectif est basé sur le découpage parcellaire du périmètre et sur les besoins en eau des cultures à mettre en œuvre dans le cadre de différents assolements.

Après quelques années d'exploitation de ces réseaux il peut y avoir des changements de foncier et d'assolements.

Le but de notre travail est d'étudier les impacts des changements sus mentionnés sur le réseau d'irrigation collectif.

Ce projet consiste d'une part à établir un rapport de synthèse sur les données de bases (découpage parcellaire et besoins en eau des cultures, etc....) pour lesquelles le réseau a été conçu. Et d'autre part de faire une enquête de terrain pour établir les nouveaux assolements mis en œuvre et ainsi estimer les besoins en eaux des cultures actuelles, ainsi que l'actualisation du découpage parcellaire.

Et en fin étudier l'impact des ces changements sur le fonctionnement hydraulique du réseaux d'irrigation collectif, aussi que sur le plan de bornage du réseau d'irrigation existant, et sur les ressources d'eau mobilisée pour ce périmètre et de faire les recommandations appropriées.

Abstract:

The design of irrigation systems is based on the parcel cutting class of the perimeter and on the water needs of crops to be implemented under different crop rotations. After some years of operation of these networks there may be changes in land and crop rotations.

The aim of our work is to study the impacts of changes described above ou, the irrigation groupne twork.

This project is firstly to prepare a report summarizing the data base (parcel cutting and water need for crops, etc) for which the network was designed. And secondly to make a field survey to establish the new crop rotations implemented and thus to estimate the water needs of current crops, as well as the updating of the parcel cutting. And finally, to study the impact of these changes on the hydraulic operation, the boundary plan of the existing irrigation system, and ou the water resources mobilized for this perimeter to make appropriate recommendations.

SOMMAIRE

Introduction général.....1

Chapitre I *Revue bibliographique sur l'irrigation sous pression et le choix des assolements*

I -1- Irrigation sous pression.....3

a) Avantages3

b) inconvénients.....3

I -2-Irrigation a la parcelle.....4

a) Irrigation par aspersion.....4

a-1) Avantages.....4

a-2) Les inconvénients.....4

b) irrigation localisée.....4

b-1) Avantages5

b-2) inconvénients.....5

I -3-Réseau d'irrigation collectif et tracé économique5

I -4-Choix de l'assolement.....6

I -4-1-Définition.....6

I -4-2-Importance d'assolement.....7

I -4-3-Anticiper l'assolement pour mieux gérer les ressources en eau.....7

a)Principe de la démarche7

a-1) Collecte des données d'occupation des sols7

a-2) Détermination des probabilités de transition entre cultures7

a-3) Prédiction de l'occupation du sol de l'année à venir8

a-4) Évaluation de la prédiction8

I -4-4-Décisions d'assolement et incertitudes9

Conclusion9

Chapitre II *Présentation et ressources hydriques de la zone d'étude*

II -1-Généralité et Situation géographique11

II-2-Les Aptitudes culturales et culture en place13

a) les aptitudes culturales.....13

II-3- Climatologie.....13

II-3-1- Pluviométrie.....13

a)Pluviométrie moyenne mensuelle.....13

b) Répartition annuelle de la pluviométrie.....13

II-3-2- Température.....14

a)Température moyenne mensuelle.....14

II-3-3- Evaporation	14
II-3-4- Le vent	15
II-3-5- Etat hygrométrique	15
II-3-6- Insolation	16
II-4- classement du climat	16
a) Indice d'aridité de Martonn.....	16
b) Quotient pluviométrique d'Emberger.....	17
c) Diagramme ombrothermique de Gaussen	17
II-5- géologies	19
a)-Le pliocène marin	19
b)-Quaternaire marin	19
c) Quaternaire continental	19
II-6-Hydrogéologie	20
II-6-1-La structure de l'aquifère Mitidjien	21
a)-La carte piézométrique de la Mitidja	21
II-7-Pédologie	21
II-7-1- Rétention en eau	21
II-7-2- Conductivité électrique	22
II-7-3- Texture.....	22
II-7-4- Porosité	22
II-7-5- Etat physique du sol	22
a)-Description du profil	22
b)-Analyse chimique.....	23
II-8-Les ressources en eau	24
II-8-1-Cours d'eau	24
II-8-1-1-Oued Chiffa	24
II-8-1-2-Oued Djar.....	25
II-8-1-3-Oued Bou-Roumi.....	25
II-8-1-4-Oued Harbil.....	25
II-8-1-5-transfert Chiffa Harbil	25
II-8-2-Lacs	25
II-8-3-Barrage El-Moustakbel	25
II-8-4-Nappes phréatiques	26
II-8-5- Les forages	26
Conclusion	27

CHAPITRE III *Etude hydrologique*

III-1- But de l'étude	28
III-2-Présentation de la station	28
III-3-Hydrologie	28
III-4- L'homogénéité de la série pluviométrique	30
II-5- Etude de l'échantillon et le choix du type de loi	32
III-5- 1-Ajustement à la loi de Gauss.....	32
a)- Test de validité de l'ajustement à la loi de Gauss	35
III-5- 2- Loi du log normal ou loi de Galton	36
a)- Test de validité de l'ajustement à la loi de Galton	39
Conclusion.....	41

CHAPITRE IV *Estimation des besoins en eau des cultures actuelles*

IV.1. Le besoins en eau d'une culture.....	42
IV.2. L'évapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC)	42
IV.3. Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence.....	43
IV.4. Méthode de M ^r Penman et Motheit modifiée	43
IV.5. Calcul de la pluie efficace	45
IV.6. Les besoins eau des cultures suivant le calendrier cultural.....	46
IV.7. Détermination des besoins en eau des cultures.....	47
1. L'Evaporation maximale de la culture.....	47
2. Besoins en eau des cultures en irrigation localisée	48
3. Besoin en eau d'irrigation	48
3.1. Le besoin d'irrigation net, B_{net}	48
3.2. Le besoin d'irrigation brut, B_{brut}	48
3.3. Les besoins en eau pour le lessivage	48
3.4. Lessivage initial.....	48
3.5 .Débits spécifiques.....	54
3.6. Débits caractéristiques	55
Conclusion	55

Chapitre V *Impact du changement de foncier et assolement sur réseau d'irrigation collectif*

V -1 Généralité.....	56
V -1-1 Découpage du périmètre Mitidja ouest (tranche II) en EAC et EAI.....	57
V -2 : Définitions	57
V -3 : Nombre des exploitations agricoles.....	58
V-3-1-Eléments du réseau.....	59
V -4- La notion d'aménagement foncier	60

V -5 -L'étude foncière.....	61
V-6-Etude du fonctionnement hydraulique actuel du réseau d'irrigation collectif	61
V -7-perte d'eau et colmatage	86
a) perte d'eau	86
b) Colmatag.....	86
V -8-Borne d'irrigation.....	86
V-9-Equipement des réseaux (canalisation, appareillage et robinetterie) et ouvrages associés par secteur d'irrigation.....	87
Conclusion :.....	87

Chapitre VI Recommandation et réhabilitations du réseau d'irrigation collectif

VI-1 –La correction des diamètres.....	88
VI-2 -Pilotage d'irrigation	107
VI-2-1- le tensiomètre	107
VI-2-2 -installation du tensiomètre	108
VI-2-3 -méthode de Pilotage	108
VI-3 -Borne d'irrigation	109
VI-4 -Entretien et maintenance des systèmes d'irrigation.....	109
VI-4-1- Irrigation localisée	110
VI-4-2-Irrigation par aspersion	111
Conclusion	112

Liste des tableaux :

Tableau II-1 :Pluviométrie moyenne mensuelle.....	13
Tableau II-2 :Température moyenne mensuelle.	14
Tableau II-3 :Moyenne mensuelle de l'évaporation.....	15
Tableau II-4 :Vitesse moyenne des vents.	15
Tableau II-5 :Humidité relative de l'air en %.	15
Tableau II-6 :Moyenne mensuelle de l'insolation (latitude 36°).	16
Tableau II-7 :Limite des climats d'après l'indice climatique de Martonne.....	16
Tableau II-8 :Granulométrie	22
Tableau II-9 :description du profil.....	23
Tableau II-10 :Analyse chimique	24
Tableau II-11 :Composition des eaux des forages.....	31
Tableau III-1 :précipitations moyennes mensuelles en (mm).....	29
Tableau III-2 :Test de Wilcoxon pour la station de Aneur Ain.....	31
Tableau III-3 :Ajustement à une loi de Gauss	33
Tableau III-4 :table du χ^2	35
Tableau III-5 :Ajustement à une loi de Galton	37
Tableau III-6 :Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.	40
Tableau IV-1:Evapotranspiration de référence ET0 calculée à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0.....	45
Tableau IV-2 :Les pluies efficaces calculées à l'aide du logiciel CROPWAT.	46
Tableau IV-3 :besoins en eau d'irrigation des pomme de terre.....	49
Tableau IV-4 :besoins en eau d'irrigation des pommiers.....	50
Tableau IV-5 :besoins en eau d'irrigation des céréales.....	51
Tableau IV-6 :besoins en eau d'irrigation des tomates.	52
Tableau IV-7: besoins en eau d'irrigation des pastèques.....	53
Tableau IV- 8:tableau récapitulatifs des besoins d'irrigation des cultures:.....	54
Tableau V -1 :nombre des EAC/EAI au niveau des trois communes (Hadjout,Bourkika et hmerain).....	58
Tableau V -2 :les besoins en eau des cultures ayant servi de base au dimensionnement du réseau.....	62
Tableau V -3 :les besoins en eau des cultures actuelles	62
Tableau V -4 :simulation du fonctionnent hydrauliques du réseau de distribution (pommier).....	64
Tableau V -5 :simulation du fonctionnent hydrauliques du réseau de distribution (pommier).....	66
Tableau V -6 :paramètres hydrauliques du réseau de distribution actuel.....	71
Tableau V -7 :paramètres hydrauliques du réseau de distribution actuel.....	73
Tableau V -8 :paramètres hydrauliques du réseau de distribution total	79
Tableau V - 9 :paramètres hydrauliques du réseau de distribution total.....	81
Tableau V -10 :équipement ajoutant dans le réseau	87
Tableau V -11 :Equipement des réseaux	87
Tableau VI-1 :parameters hydrauliques du réseau de distribution (pommier)	88
Tableau VI- 2 :parameters hydrauliques du réseau de distribution (pommier).....	89
Tableau VI-3 :parameters hydrauliques du reseal de distribution actuel après la correction des diameters..	103
Tableau VI-4 :parameters hydrauliques du réseau de distribution actuel après la correction des diameters..	94
Tableau VI-5 :paramètres hydrauliques du réseau de distribution total après la correction des diameters...	100
Tableau VI-6 :paramètres hydrauliques du réseau de distribution total après la correction des diameters...	102

Liste des graphes :

Graphe II-1 : Climogramme ombrothermique de Gaussen.....19
 Graphe III- 2 : Ajustement à une loi de Gauss.....34
 Graphe III-3 : Ajustement à une loi de Galton.....38

Liste des figures :

Figure II-1: délimitation du périmètre.....12
 Figure II-2: climogramme pluviométrique d'EMBERGER18
 Figure II- 3: Schéma explicative26
 Figure V -1 : réseau d'irrigation actuel (pommier,vitesse).....68
 Figure V -2 : réseau d'irrigation actuel (pommier,debit)69
 Figure V -3 : réseau d'irrigation actuel (pommier,pression)70
 Figure V -4 : réseau d'irrigation actuel(diamètre).....75
 Figure V -5 : réseau d'irrigation actuel(vitesse)76
 Figure V - 6 : réseau d'irrigation actuel(debit)77
 Figure V -7 : réseau d'irrigation actuel(pression).....78
 Figure V -8 : réseau d'irrigation total (vitesse)83
 Figure V -9 : réseau d'irrigation total (debit)84
 Figure V -10 : réseau d'irrigation total (pression)85
 Figure VI-1 : réseau d'irrigation (pommier, pression) 90
 Figure VI-2 : réseau d'irrigation (pommier,vitesse)..... 91
 Figure VI-3 : réseau d'irrigation (pommier,debit)..... 92
 Figure VI-4 : réseau d'irrigation actuel après la correction des diameters (viteese)..... 96
 Figure VI-5 : réseau d'irrigation actuel après la correction des diameters (debit) 97
 Figure VI-6 : réseau d'irrigation actuel après la correction des diameters (pression)..... 98
 Figure VI-7 : réseau d'irrigation actuel après la correction des diameters..... 99
 Figure VI-8 : réseau d'irrigation total après la correction des diameters (vitesse)..... 104
 Figure VI-9 : réseau d'irrigation total après la correction des diameters (debit)..... 105
 Figure VI- 10 : réseau d'irrigation total après la correction des diameters (pression) 106
 Figure VI-11 :schéma d'un tensiomètre à manomètre. 108

Introduction général

Au sein d'une exploitation agricole, dans un contexte socio-économique et dans un environnement pédo-climatique donnés, "les pratiques agricoles observées sur les parcelles résultent d'un compromis entre un objectif de production et la gestion de facteurs en quantités limitées.

Au cours de la gestion technique d'une campagne agricole, l'agriculteur prend deux types de décision : les décisions stratégiques et les décisions tactiques.

La prévention et résolution des conflits fonciers, les propositions d'alternatives sont plus ou moins nombreuses sur le terrain certes, mais avec des succès trop souvent mitigés ou même nuls.

Les gestionnaires de la ressource en eau ont besoin d'information précoce sur l'assolement du territoire. Bien avant le début de la saison d'irrigation, ils cherchent à prévoir les prélèvements en eau d'irrigation dont l'une des entrées clé est l'assolement. En effet, il est nécessaire de savoir quelles sont les cultures qui seront mise en place, si elles sont irriguées et quelle est leur extension en surface pour évaluer les besoins en eau d'irrigation. Les gestionnaires de la ressource en eau ont donc besoin d'une carte d'occupation du sol prévisionnelle(COS).

Conscients de la nécessité de conjuguer les efforts et initiatives afin de pouvoir mener des réflexions et des actions ambitieuses et efficaces, et d'avoir des bases suffisamment solides et une légitimité large pour suivre et influencer la mise en œuvre des actions publiques sur le foncier, De façon plus spécifique, le Réseau foncier rural vise à :

- Permettre aux acteurs de la société civile impliqués dans le foncier rural et la gestion des ressources naturelles.
- Fournir à partir d'une série d'indicateurs pertinents et cohérents des informations.
- Faire des propositions constructives à l'Etat et aux institutions d'appui, afin d'améliorer l'accès au foncier rural.

Le but de notre travail est d'étudier les impacts des changements de foncier et d'assolements sus mentionnés sur le fonctionnement hydraulique du réseau et la pratique de l'irrigation (bornage).

Ce travail commence par un aperçu sur les techniques d'irrigation sous pression et le choix des assolements, dans le 2^{ème} chapitre on fait la présentation de la zone d'étude et des ressources hydriques, pour obtenir des informations sur le site de périmètre et les données climatiques qui seront utilisées dans l'étude hydrologique, le 3^{ème} chapitre pour déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données afin d'utiliser ce résultat pour calculer les besoins en eau dans le chapitre 4.

Et d'autre part une enquête sur le terrain a été menée pour établir les nouveaux assolements mis en œuvre et ainsi estimer les besoins en eau des cultures actuelles. Aussi de vérifier le changement du foncier par rapport au réseau existant. Et ainsi vérifier l'impact du changement de foncier sur la pratique de l'irrigation, étudier l'impact de ces changements sur le fonctionnement hydraulique et le plan de bornage du réseau d'irrigation existant, les ouvrages de transfert et de stockage, ainsi que sur la ressource d'eau mobilisée pour ce périmètre. Et ainsi faire les recommandations appropriées.

CHAPITRE I

*Revue bibliographique sur l'irrigation sous
pression et le choix des assolements*

L'irrigation est l'application de l'eau au sol dans le but de rafraîchir le sol et l'atmosphère, par ce moyen réaliser les conditions les plus favorables pour la croissance des plantes.

Ce chapitre concerne la conception, le renforcement et l'analyse hydraulique des réseaux ramifiés sous pression destinés à l'irrigation et le choix des assolements.

Ce chapitre a pour but de mieux de définir l'irrigation sous pression. Chacun de ces points est abordé sur le plan des méthodes sans descendre au niveau de la mise en œuvre, il ne sera pas abordé ici le problème de la protection des réseaux contre les dépressions et surpressions dues aux coups de bélier, sujet très complexe et qui mériterait un chapitre à lui seul.

I -1- Irrigation sous pression :

a) Avantages :

- Besoin en main d'œuvre généralement faible (mais très variable selon l'automatisation).
- Absence de nivellement préalable.
- Bonne adaptation à tous les types de sols.
- Possibilité contrôle précis des doses appliquées, ce qui permet une bonne efficacité des arrosages (à condition que la technique soit bien maîtrisée par les irrigants).
- Excellent rendement des réseaux de canalisations, qui avec bonne efficacité d'arrosage à la parcelle, réduit les consommations en eau par rapport à l'irrigation de surface.
- Facilite de mesure consommations en eau.
- Possibilité de mélanger facilement les engrais et pesticide à l'eau d'irrigation.
- Suppression des infrastructures aériennes venant cloisonner et figer le parcellaire.
- Suppression de surfaces perdues des canaux et rigoles.
- Le matériel gêne rarement les façons culturales et est constitué de structures souples, adaptables à tous les cas particuliers.

b) inconvénients :

- Coûts d'investissement élevé.
- Exige un certain niveau de compétence de la part de l'irrigant.
- Exige un environnement technique permettant de garantir la maintenance des équipements. (Traité d'irrigation –Jean-Robert Tircelin -1998)

I -2-Irrigation a la parcelle :**a) Irrigation par aspersion :**

Épandage de l'eau sous forme de pluie avec régulation et uniformité de la dose apportée à condition que la zone ne subisse pas des vents supérieurs à 4 m/s ; les systèmes d'irrigation par aspersion sont soit fixes, soit mobiles.

a-1) Avantages :

- Possibilité d'arroser tous les types de sols.
- possibilités de réaliser des installations mobiles, susceptible de déplacer suivant de la nature des cultures, ce qui facilite la rotation culturales.
- avec les matériels entièrement automatiques, possibilité de réaliser des arrosages a faible dose et a cadence rapide.
- Possibilités de réaliser des installations de protection contre les gelés radiatives au printemps.
- Oxygénation de l'eau projetée en pluie, favorable dans le cas d'utilisation d'eaux résiduaires réductrices.

a-2) Les inconvénients :

- Dépenses énergétiques élevées, parfois prohibitives dans les pays où l'énergie est chère.
- Difficultés d'utilisation et efficacité réduite en région ventées.
- Obligation de multiplier le traitement phytosanitaire en raison de lavage des appareils foliaires.
- Mouillage des feuilles favorisant les maladies cryptogamiques chez certaines espèces végétales.
- Mauvaise adaptation aux sols.
- Possibilités réduite pour l'arrosage avec des eaux résiduaires (formation des aérosols).
- Déplacement des matériels difficile dans les zones à culture haute ne convient pas aux eaux salées sur beaucoup des cultures (risque de brûlure des feuillages).

b) irrigation localisée :

L'eau circule dans des tuyaux souples de petit diamètre disposés à la surface du sol et sont munis de dispositifs " goutteurs " qui apportent l'eau au pied des végétaux ; les

systèmes d'irrigation localisée les plus répandus sont le goutte à goutte (indiqué pour le maraîchage) et le micro-jet (indiqué pour l'arboriculture).

b-1) Avantages :

- Excellente efficacité d'arrosage à la parcelle (à condition que la technique soit parfaitement maîtrisée).
- Excellent rendement des cultures.
- Bonne adaptation à l'utilisation des eaux salées.
- Très faible besoin en main d'œuvre.
- Coût d'entretien réduit.
- Insensibilités au vent.
- Ne mouille pas le feuillage, ce qui est favorable de point de vue phytosanitaire.
- Ne mouille que le sol que très partiellement, ce qui est favorable aux façons culturales.
- Limite la prolifération des adventices.
- Raccourcit le cycle végétatif de la culture.

b-2) Inconvénients :

- Coût globalement élevé qui fait réserver cette technique aux cultures à forte valeur ajoutée.
- Exige un haut degré de compétence à tous les niveaux : conception de l'installation, conduites des arrosages par l'irrigant.
- Nécessite une maintenance rigoureuse, en raison de risques liés à une éventuelle interruption des arrosages.
- Nécessite la filtration de l'eau d'irrigation, fonctionne avec des matériels délicats à durée de vie relativement faible.

I -3- Réseau d'irrigation collectif et tracé économique :

Les réseaux collectifs destinés à l'irrigation sont généralement ramifiés. Les réseaux d'irrigation sont utilisés chaque année pendant un temps plus ou moins long dépendant du climat et des cultures pratiquées. Cette utilisation est intensive pendant la période de pointe.

Le tracé économique est un problème complexe qui ne se résume pas à un problème de plus court chemin pour desservir différents points à partir d'une station de pompage. En

effet, cela pourrait être vrai si toutes les canalisations avaient le même diamètre. Mais il n'en est rien, puisque d'une manière générale, les réseaux comportent une ossature principale autour de laquelle se distribuent des canalisations de plus petit diamètre. En toute rigueur, le tracé du réseau devrait consister en plusieurs allers et retours entre le calcul économique des diamètres et le calcul des chemins les plus courts. C'est ce que proposent Labye et al. (1988). L'obtention d'une bonne solution in fine, prenant en compte les nombreuses contraintes de tracés, comme le suivi d'une route, la traversée d'un ruisseau, nécessitera de la part du projeteur compétence et savoir faire. De plus, les réflexions sur le tracé sont menées pour un nombre fixe de points à desservir.

Un réseau collectif de distribution par conduit sous pression, dessert les différentes parcelles à irriguer par l'intermédiaire des bornes d'arrosage. Chaque ilot irrigant dispose d'un ilot individuelle de matérielle mobile. Plan des plantations des bornes c'est un compromis entre l'utilisateur qui cherche avoir chaqu'un une borne et la limitation du nombre borne de manière à limite les couts.

Le principe d'implantation des bornes sont les suivant :

S'il s'agit de deux ilots les bornes sont implantées entre ces deux derniers.

S'il s'agit d'un grand ilot la borne est implantée au milieu.

S'il s'agit d'un vaste ilot on peut implantées deux bornes.

Rayon d'action (généralement $R=200\div 300$).

I -4-Choix de l'assolement :

I -4-1-Définition :

L'assolement est le résultat d'un équilibre entre des objectifs multiples de l'agriculteur et des contraintes très diverses.

Objectifs :

- ✓ Revenu.
- ✓ Temps de travail.
- ✓ Choix de production.

Contraintes :

- ✓ Socio-économique (prix).
- ✓ Agronomique (sol).
- ✓ Disponibilité des ressources (eau, surface, équipement).

- ✓ Climat.
- ✓ Contexte réglementaire...

I -4-2-Importance d'assolement :

Comprendre et accompagner les agriculteurs dans leurs choix, particulièrement en période de fortes évolutions du contexte (changement climatique, réglementation, volatilité des prix...); anticiper les évolutions et les adaptations des systèmes de culture, par exemple des systèmes irrigués pour une meilleure gestion quantitative de l'eau. Il existe beaucoup d'autres enjeux liés à la problématique des assolements de l'utilisation de l'espace agricole (paysage, érosion, biodiversité...).

I -4-3-Anticiper l'assolement pour mieux gérer les ressources en eau:

Dans ce qui suit, il va être présenter une méthode pour anticiper assolement.

a)Principe de la démarche :

La méthode envisagée consiste à déterminer la carte d'occupation du sol de l'année N+1 à partir de différentes sources d'information : la carte d'occupation du sol de l'année N, et des probabilités de passage d'une culture à l'autre.

a-1) Collecte des données d'occupation des sols :

Les cartes d'occupation du sol peuvent être obtenues par relevés de terrain ou par traitement d'images satellites. Les cartographies de terrain sont rares car le travail est long et fastidieux. Les issues du traitement d'images offrent un potentiel intéressant car l'identification de l'occupation des sols est plus facilement automatisable, et l'on peut traiter des surfaces plus grandes. Les méthodes de détermination de l'occupation du sol, à partir d'images satellites sont en constante évolution, du fait du développement continu de nouveaux capteurs. Une description des méthodes actuellement utilisées (étude des bases de données, cartographiques des gestionnaire du périmètre).(Girard et Girard 1999, Mari).

a-2) Détermination des probabilités de transition entre cultures :

Les probabilités de transition d'une culture à l'autre résultent des modèles de Markov cachés (HMM – comme “ Hidden Markov Model ”) appliqués à une base de données les données rassemblent des informations au sujet de la nature de l'occupation du sol en des points précisément identifiés et localisés (Slak, 1997) .

Ces informations regroupent les notions de spatialité, du fait de la localisation relative des points les uns par rapport aux autres, et de temporalité du fait du renouvellement annuel des relevés. Ils ont été déjà appliqués à la détection de successions culturales en valorisant la base de données Ter-Uti (Benoît et al, 2001, Mari et Le Ber, 2004) In Jean-François Mari.

a-3) Prédiction de l'occupation du sol de l'année à venir :

L'occupation du sol pour l'année N+1 est estimée à partir de la carte d'occupation du sol de l'année N en s'appuyant sur les probabilités de transition P_{ij} précédemment définies pour chacune des cultures i . Ainsi, pour chaque entité spatiale s (pixel ou parcelle), connaissant la culture i en place l'année N, on simule la distribution des cultures j possibles pour l'année N+1 par tirages successifs avec remise dans la loi de distribution empirique des transitions.

a-4) Évaluation de la prédiction :

La méthode décrite jusqu'ici conduit donc à estimer l'occupation du sol d'une région pour l'année N+1 sur la base de l'occupation observée l'année N et des informations contenues dans une base de données. L'évaluation de cette méthode d'estimation consiste dans un premier temps à vérifier que l'estimation produite est proche de la réalité observée. Une telle évaluation ne peut se faire qu'une fois cette année N+1 passée et que si l'on dispose de l'occupation du sol réelle de l'année N+1, observée de manière indépendante (par relevés de terrain ou traitement d'images). Dans un deuxième temps, l'évaluation de la méthode peut consister à vérifier que celle-ci présente un avantage par rapport à d'autres méthodes d'estimation (déjà développées et/ou plus simples).

La technique de prédiction des assolements décrite est très utile dans le cas d'une gestion intégrée.

On ne dispose pas d'assez de données pour appliquer cette méthode (probabilités de transition) ; on ne sait pas s'il y a eu un inventaire des différents assolements au niveau du périmètre étudié.

Dans notre étude on cherche à identifier l'assolement actuel et vérifier, si changement il y a par rapport à l'assolement utilisé pour le dimensionnement du réseau et ouvrage hydraulique et en évaluer l'impact. Aussi, il sera vérifier le fonctionnement hydraulique du

réseau en considérant les assolements actuels et l'intégration éventuelle de parcelles qui bien qu'étant desservi par le réseau, bornes existant au niveau de la parcelle, mais qui ne sont pas utilisées.

I -4-4-Décisions d'assolement et incertitudes :

Au cours de la gestion technique d'une campagne agricole, l'agriculteur prend deux types de décision : les décisions stratégiques et les décisions tactiques.

Les décisions stratégiques concernent l'organisation prévisionnelle de la campagne agricole, pour atteindre l'objectif souhaité : choix d'un assolement, de successions, d'interventions techniques. L'exploitant agricole les prend en fonction notamment de son expérience accumulée.

En cours de campagne, l'agriculteur raisonne les décisions tactiques en fonction de la pluviosité effective, de l'état d'avancement des travaux, d'opportunité et/ou d'accident. Il peut ainsi modifier la surface consacrée à une culture ; il choisit quasi-quotidiennement la parcelle à travailler, l'activité de la main d'œuvre, l'outil et son réglage. Face aux aléas survenant en cours de campagne l'agronome s'efforce de proposer des alternatives permettant de tamponner leurs effets sur la production espérée et sur le maintien de l'aptitude à produire du milieu. Proposer des alternatives est un devoir dans la mesure où ces aléas sont prévisibles et présentent un taux d'occurrence significatif.

CONCLUSION :

Les systèmes d'irrigation sous pression engendrent une économie d'eau moyennée 30 à 60 % par rapport aux systèmes gravitaires. Les systèmes d'irrigation localisée, quant à eux, peuvent engendrer une économie d'eau allant jusqu'à 50% par rapport aux systèmes par aspersion (limitation maximale de l'évaporation et de la percolation car l'eau est livrée à faible dose n'humidifie qu'une fraction du sol).

Les systèmes d'irrigation localisée occasionnent les plus-values suivantes :
Prévention du développement des mauvaises herbes et possibilité de fustigation. Ils sont par contre pas adaptés si les cultures sont à enracinement profond ainsi que si les eaux sont trop chargées (sable, limon, matière organique, fer,...qui peuvent obstruer les tuyaux) ou trop salées (pas de lessivage).

L'irrigation par aspersion est recommandée dans les cas de sols à faible profondeur, de

sols légers et perméables, en cas de relief trop accidenté ainsi qu'en cas d'utilisation d'eau salée.

L'assolement est un objet d'étude facile à définir mais complexe et difficile appréhender.

Nécessité et intérêt d'une approche pluri-disciplinaire:

- ✓ Agronomie.
- ✓ Économie.
- ✓ Informatique et intelligence artificielle.

Les réseaux collectifs d'irrigation sous-pression présentent des spécificités permettant une approche particulière de leur dimensionnement ils sont de sorte que le débit dans chaque tronçon peut être déduit de l'analyse des pratiques culturales. Dès lors le comportement hydraulique et les coûts de fonctionnement et d'investissement sont prévisibles Il est l'ensemble de la démarche repose sur l'analyse de la demande et de son évolution Les calculs hydrauliques et financiers n'auront de signification que s'ils sont correctement menés, et si la sensibilité des paramètres de comportement des acteurs est bien analysée. Que ce soit pour une création réseau ou un renforcement, cette exigence est essentielle.

CHAPITRE II

Présentation et ressources hydriques de la zone d'étude

L'eau en tant qu'élément de base indispensable à la vie, demeure dans son devenir et ses effets sur le milieu et la plante, un sujet de questionnement de première importance. La ressource en eau et la satisfaction des besoins agricoles est une équation épineuse que les agriculteurs s'efforcent de résoudre.

Les ressources disponibles et leur renouvellement climatique sont souvent déficitaires au regard des besoins.

Le climat et les conditions atmosphériques sont donc les éléments de base indispensable à connaître pour conduire une réflexion sur l'optimisation de l'eau disponible.

II -1-Généralité et Situation géographique :

La Mitidja est une vaste plaine de l'Algérie situé dans le centre nord, elle couvre une superficie de 1450 km² avec une longueur moyenne de 100 Km, une largeur variant de 10 à 18 Km et une altitude moyenne de 100 m. Elle est située entre les longitudes 2°32'00''Est 3°19'00''est et les latitudes 36°25'17'' Nord à 36° 47'40 ''Nord.

La plaine de la Mitidja s'étend sur quatre wilayas Alger, Blida, Tipaza et Boumerdes. Cette région constitue un important réservoir alimentaire en mesure de contribuer dans une large part, à la couverture des besoins de la population en produits agricoles.

Notre étude concerne la tranche II (Secteur F) qui couvre une superficie de 650 ha de la Mitidja ouest. Se trouve dans la commune d'Ahmer El Ain (voir figure II-1).

Le secteur F est desservi par la branche F avec un débit en tête de 245 l/s à partir de la chambre de vanne AD3 se trouvant sur l'adducteur bas (équipée de vanne de sectionnement de diam. 400 mm et d'un by-pass de diam. de 100 mm).

Le périmètre est alimenté essentiellement par les eaux de surface des deux barrages (Boukerdanne et Bouroumi), il est divisé en sept secteurs.

La parcelle à étudier (Secteur F) se trouve dans la commune d'Ahmer El Ain.

Au Nord : Lac halloula (asséché).

Au Sud : Secteur B.

A l'Est : Secteur E .

A l'Ouest : Secteur G.

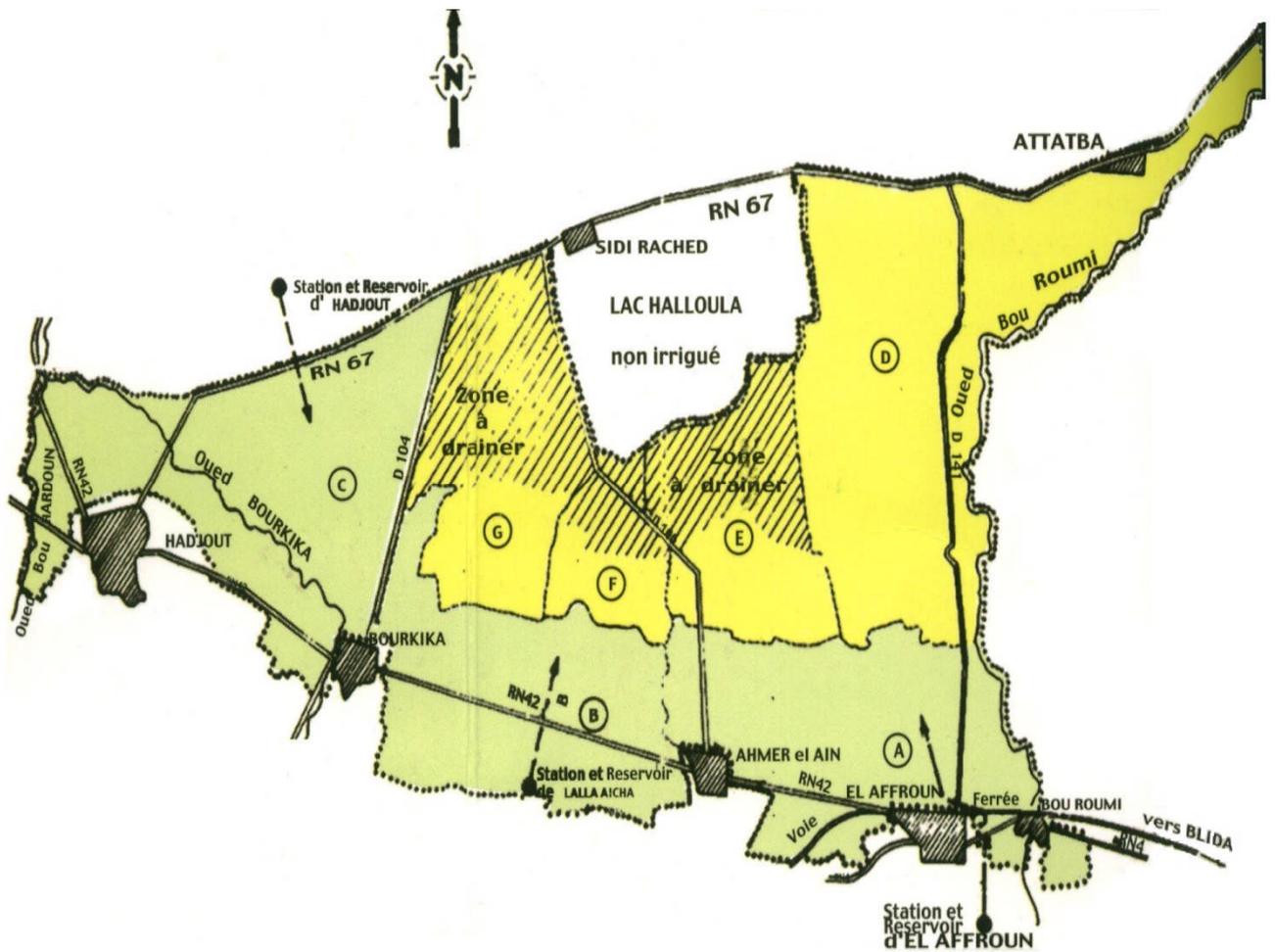


Figure II -1 : délimitation du périmètre

II-2-Les Aptitudes culturales et culture en place :

a) les aptitudes culturales :

Ils sont tous justes bons pour les agrumes, pêcheurs sur amandiers, abricotiers, oliviers, figuiers.

Ils sont bons aux cultures maraîchères suivantes :

Artichaut, choux-fleurs, choux pommé, fraisier, tomate, pastèque, melon, piment, poivron, pois, haricot, etc.

Les sols sont moyens pour toutes les cultures industrielles, les céréales : sorghos, maïs, blé dur, blé tendre, orge ainsi que, luzerne, bersim, etc.

Ces sols nécessitent un amendement organique (fumier) puisqu'ils ont une texture très fine, ils nécessitent un labour profond pour améliorer leur structure.

II-3- Climatologie :

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

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

II-3-1- Pluviométrie :

a) Pluviométrie moyenne mensuelle :

Pluviométrie moyenne mensuelle sur une période d'observation de 23ans (1985 à 2003) à la station d'Ahmer El Ain.

Tableau II-1: Pluviométrie moyenne mensuelle Source A.N.R.H station soumaa

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
P (mm)	21,4	31,2	78,4	107,9	98,5	69,9	65,4	64,8	40,2	9,6	6,1	2,9

b) Répartition annuelle de la pluviométrie :

D'après le tableau précédent ; on remarque que la pluviométrie annuelle moyenne est répartie comme suite :

Saison pluvieuse de Novembre à Avril.

Saison sèche de juin à septembre.

Saison moyenne, Mai et Octobre.

II-3-2- Température :

a) Température moyenne mensuelle :

Relevés mensuels moyens des températures sur une période de 23 ans (1985 à 2008)

Tableau II-2 : Température moyenne mensuelle.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Tmoy °C	24,3	21,0	16,7	13,7	12,8	13,2	15,1	16,7	20,1	24,4	27,1	27,6
Tmin °C	13,0	7,0	4,0	2,0	-1,0	3,5	-0,5	4,0	6,0	11,0	14,0	14,5
Tmax °C	46,0	42,0	33,0	28,0	30,0	30,0	39,5	37,0	43,0	47,0	48,5	52,0

Source A.N.R.H station de MOUZAIA

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

La moyenne du mois le plus froid est de 12.8°C correspondant au mois de janvier.

La moyenne du mois le plus chaud est de 27.6°C correspondant au mois d'Août.

La température moyenne annuelle est de 17.9°C.

II-3-3- Evaporation :

L'évaporation est un problème physique qui croit avec la température et la sécheresse de l'air.

Tableau II-3: Moyenne mensuelle de l'évaporation

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Eva (mm)	114	95,1	72,0	60,0	56,6	55,3	71,2	83,9	97,7	131,5	151,9	148,7

Source A.N.R.H station de MOUZAIA

II-3-4- Le vent :**Leurs directions**

Les vents dominants soufflent du nord et d'ouest vers l'est.

Leur vitesse moyenne est de l'ordre 4.4 m/s.

Vitesse moyenne des vents au cours de l'année en (m/s).

Tableau II-4: Vitesse moyenne des vents.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Vent moye (m/s)	5,9	7,9	2,1	2,8	8,9	0,5	7,7	2,1	3,6	7,7	4,1	3,9

Source A.N.R.H station de MOUZAIA

II-3-5-Etat hygrométrique :

Les masses d'air sont plus ou moins chargées en humidité l'état hygrométrique de l'air est mesuré trois fois dans la journée 7h, 13h et 17h.

Tableau II-5 : Humidité relative de l'air en %.

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aoû	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Humidité relative (%)	76.2	76.2	72.9	70.9	70.3	66.6	63.0	70.2	68.6	70.0	73.2	79.4

II-3-6- Insolation :

L'insolation est la période durant laquelle le soleil brille sur le sol.

Tableau II-6: Moyenne mensuelle de l'insolation (latitude 36°).

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
Moy heure	304,1	307,8	360	386	428,6	433,5	447,5	425,5	379	357,7	313,9	303

Source SELTZER

II-4- classement du climat :

a) Indice d'aridité de Martonne :

Il permet de connaître le degré de sécheresse de la région.

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

Avec I_A : indice climatique.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (°C).

A.N: $I_A = \frac{546,1}{17,9 + 10} = 19,57$ $I_A = 19,57$

Tableau II-7: Limite des climats d'après l'indice climatique de Martonne.

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

$I_A = 19,5$ tend vers le sub humide, alors l'irrigation est par fois utile on est dans la limite entre le sub-humide et le semi aride, mais pour mieux vérifier on utilise le Quotient d'Emberger.

b) Quotient pluviométrique d'Emberger :

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

Expression définitive du quotient Q :

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

Avec :

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

M : moyenne des températures maximales (Kelvin).

m : moyenne des températures minimales (Kelvin).

$$M = 36,62 + 273 = 309,6K$$

$$m = 5,96 + 273 = 278,9 K$$

$$Q = 2000 * \frac{546.1}{(309.6)^2 - (278.9)^2} = 60,45$$

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger (Figure 2), on peut dire que le climat de notre région est semi aride. L'irrigation est indispensable dans la plus part des cas.

c) Diagramme ombrothermique de Gaussen :

C'est une représentation graphique de variation des précipitations et des températures en fonction du temps (mois) qui nous permet de déterminer à la période ou l'irrigation est indispensable (période sèche).

Dans notre cas l'irrigation est indispensable à partir de milieu avril jusqu'à la fin octobre (graphe II -1).

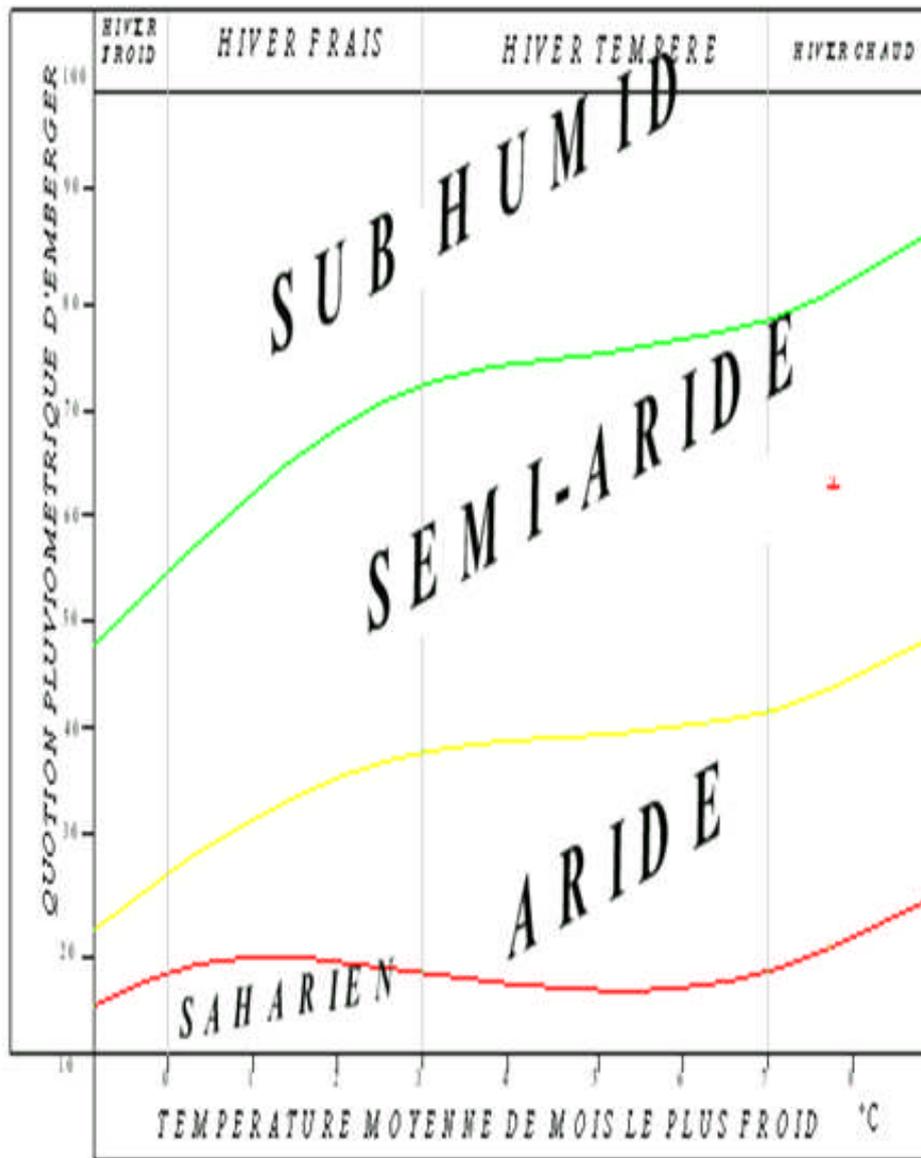
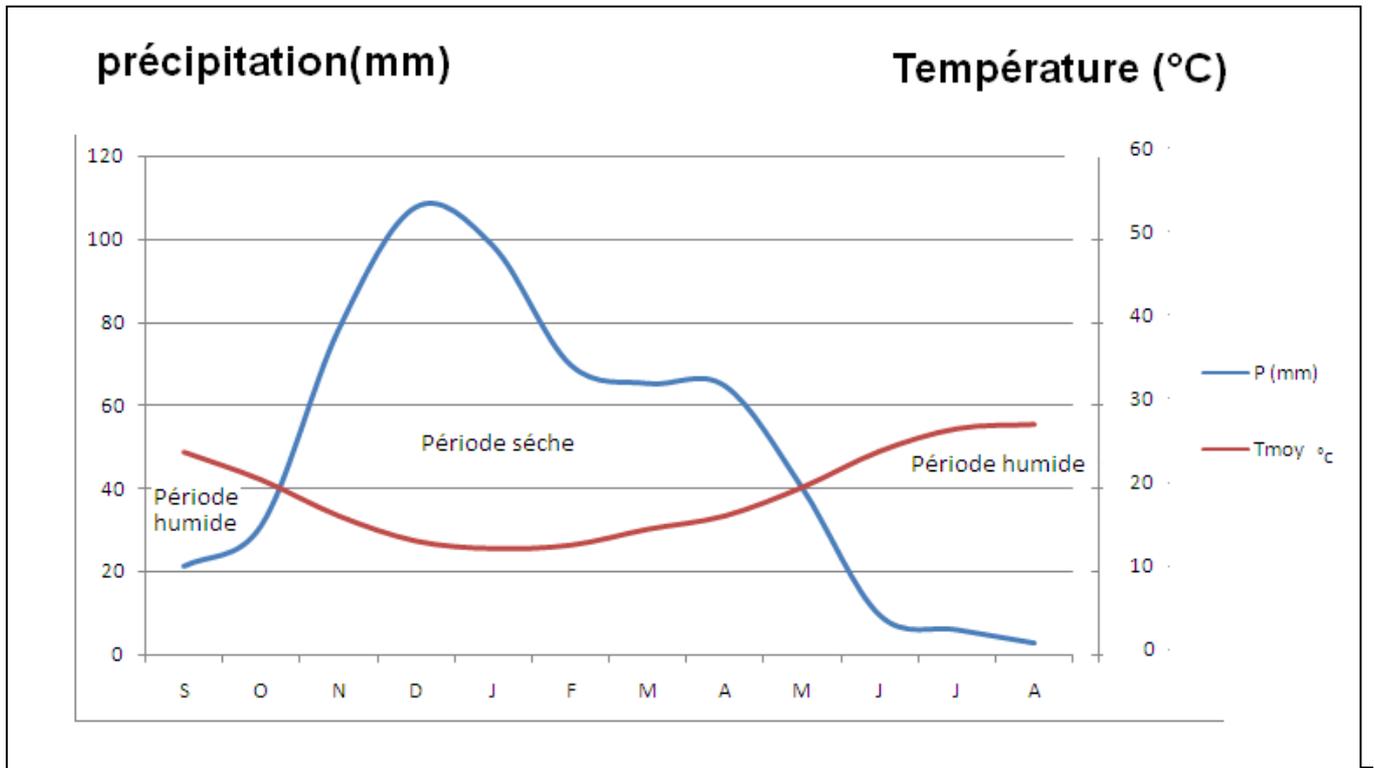


Figure II -2 : climogramme pluviométrique d'EMBERGER



Graphe II -1 : Climogramme ombrothermique de Gaussen.

II-5- géologies :

A la fin du paléocène ou pendant le quaternaire d'un point de vue géologique, la Mitidja pouvait être considérée comme une région synclinale bordée par deux anticlinaux. Actuellement cette région ne fonctionne plus comme synclinal, elle a été comblée par des limons des éléments rocheux portés par l'érosion de la chaîne Atlasique à l'aide des torrents.

Dans la constitution géologique de la Mitidja on trouve :

a)-Le pliocène marin :

Formant la bande du sahel et servant de bordure à l'ancien massif.

Il comprend une couche puissante de marne bleue par fois sableux et la série de L'Astien (marne jaune, faciès gréseux, calcaire gréseux).

b)-Quaternaire marin :

Il est localisé sur le versant Nord du sahel, et il forme une dépression Mitidjienne entre Alger et Bordj El-bahri.

c) Quaternaire continental :

Villafranchien supérieur :

Ce sont des graviers silices fluviatiles et des graviers de grés crétacés mélangés à une argile rougeâtre situé de 100 m jusqu'à 300 m d'altitude.

Quaternaire ancien :

Il se trouve sous forme de répliques sur les bordures terrasses du sahel, échelonne entre 50 et 150 m au dessus des oueds caillouteux.

Quaternaire moyen :

Ce sont les terrasses qui s'étagent entre 8 à 30 m au dessus des oueds, les alluvions constituent la moyenne partie du piedmonts de L'Atlas et forment un bourrelet typique à la limite du sahel et de plaines.

Quaternaire récent :

Ces alluvions forment le dernier comblement de la Mitidja, ils correspondent au rhabien terrasses de 5 m, ce sont des limons gréseux, des limons argileux, des limons, des limons sableux, des limons caillouteux, et des cailloux grossier.

Quaternaire actuel :

Il est limité aux lits mineurs et majeurs des oueds cailloutis fluviatiles à galets roulés plats, blocs volumineux et des plages de limons principal.

II-6-Hydrogéologie :

La zone est constituée par des alluvions villafranchiennes de faible perméabilité, on peut ajouter aussi que les systèmes aquifères de la Mitidja peuvent être repartis comme suit :

- Une série marneuse du plaissansien ou de miocène.
- Un premier aquifère constitué par des grés astien.
- Une série semi-perméable formée par des argiles et des graviers.
- La nappe est libre reposant sur un substratum argileux imperméable, donc on peut dire que le problème de la remontée de la nappe est évité, qui lui-même peut induire des effets de salinité.
- Après la sécheresse, l'alimentation des nappes est faible et le pompage des eaux souterraines a créé un rabattement de la nappe.

Durant ces deux dernières décennies, les eaux souterraines de la nappe de la Mitidja ont été affectées par quatre types de pollution qui sont:

- Pollution par les nitrates.
- Pollution par les métaux lourds.

- Pollution par les eaux salées par intrusion marine en Mitidja Orientale.
- Pollution accidentelle par les hydrocarbures.

II-6-1-La structure de l'aquifère Mitidjien :

La structure de l'aquifère Mitidjien est maintenant bien connue. On ne peut la comprendre sans avoir à l'esprit les données de l'évolution géomorphologique à la fin du Tertiaire et au Quaternaire, notamment au Quaternaire moyen et récent.

L'analyse du remplissage Mitidjien permet de définir deux grands ensembles de réservoirs :

- Le réservoir de la couche astienne gréseuse ou gréso-calcaire, en profondeur .
- Les alluvions du Quaternaire moyen et récent à l'intérieure desquelles des distinctions peuvent être faites.

a)-La carte piézométrique de la Mitidja :

Les eaux souterraines s'écoulent au pied de l'Atlas en direction du Nord. L'écoulement est assez régulier et d'une façon générale, la surface piézométrique se confond avec la surface des eaux souterraines. Il y a très peu de nappes captives, sauf en basse plaine. D'une manière globale, la différence locale entre le niveau piézométrique et les cotes d'altitude donne la profondeur de la nappe.

Le tracé des courbes, de toute évidence, est influencé par deux facteurs :

La présence des réservoirs aquifères profonds du quaternaire moyen et récent, la présence des exutoires ou convergent les eaux et les courbes (le Mazafran par exemple).

II-7-Pédologie :

En ce qui concerne l'alimentation en eau des plantes, le sol joue essentiellement un rôle de réservoir .Les caractéristiques de ce réservoir et son mode de fonctionnement utile à connaître dans un périmètre d'irrigation.

Donc la pédologie est l'étude de reconnaissance des sols.

II-7-1- Rétention en eau :

Une quantité assez importante d'eau est emmagasiné dont une partie peut être facilement puisée par les végétaux. Voici les valeurs caractéristiques d'humidité de ces sols.

- Humidité à PF 2, 7 25%
- Humidité à PF 4, 2 13%

II-7-2- Conductivité électrique :

Le problème de sels ne se pose pas dans ces types de sols puisque leur conductivité électrique est très inférieure à 4mmhos/cm.

II-7-3- Texture :

Ces sols sont peu caillouteux, non calcaire et de texture équilibrée. L'horizon de surface est pauvre en argile, il y a par contre, une accumulation assez importante d'argile en profondeur, il est a signale également la présence d'un encroûtement très caillouteux à 40-80 cm de profondeur.

II-7-4- Porosité :

Ils ont une assez grande porosité (environ 45% et une densité apparente de l'ordre de 1,4; l'aération et la circulation de l'eau se fait normalement jusqu'à la limite entre l'horizon A et l'horizon B_t où il peut y avoir un obstacle pour la pénétration des racines et de l'eau.

II-7-5-Etat physique du sol :

Les caractéristiques physiques du sol étudié, sont données dans le tableau suivant:

Tableau II- 8: Granulométrie

Profondeur (cm)	Argile%	Limon Fin%	Limon Grossier%	Sable Fin%	Sable Grossier%	Matière Organique%
0-15	42	33	9	3	-	2,07
15-75	44	30	12	10	2	1,49
75-105	43	39	11	4	1	1,41
105-145	22	13	6	13	46	-

D'après ce tableau nous constatons que la texture est à dominance argilo limoneuse, ce sol est très pauvre en matière organique.

a)-Description du profil :

Le tableau suivant décrit le profil pédologique de notre parcelle.

Tableau II- 9 : description du profil

Profondeur (Cm)	Description
0-15	Horizon de labour, humide, brun rougeâtre, texture argilo limoneuse, structure grumeleuse, friable, bonne porosité, racines décomposées, Hcl effervescence.
15-75	Humide, brun rougeâtre, argilo limoneuse, structure polyédrique anguleuse, bonne porosité, friable, racine de vigne en décomposition, nodules, calcaire, Hcl effervescence.
75-105	Humide, brun foncé, argilo limoneux, polyédrique, sub angulaire, poreux Friable, racine en décomposition, Hcl effervescence.
105-125	Humide, brune foncé, sablo argileuse, structure fondue, bonne porosité Friable, racines en décompositions, Hcl effervescence
125-145	Humide, limono argileuse, structure polyédrique peu développée, Friable Poreux, racines en décomposition, Hcl effervescences.

b)-Analyse chimique :

Le tableau suivant nous donne des résultats complémentaires au tableau précédent.

Tableau II- 10: Analyse chimique

Profondeur (Cm)	Calcaire total	PH	CE mmhos	Rétention en eau %	
				Hcc2, 5	Pf4,2
0-15	21,71	7,8	0,72	25,3	13,1
15-75	20,95	7,7	0,59	26,0	13,8
75-105	23,24	7,6	0,57	27,6	14,4
105-145	22,08	7,7	0,67	-	-

D'après ce tableau nous constatons que ce sol possède un taux de calcaire assez élevé. La conductivité électrique est (moyenne ou bien faible).

II-8-Les ressources en eau :

Il faut nécessairement combler le déficit hydrique durant la période sèche mi-septembre, par une irrigation. Pour cela, on doit faire l'inventaire des ressources en eau et étudier les possibilités de leur utilisation en agriculture.

Les eaux d'irrigation peuvent être superficielles (barrages, lacs, cours d'eau) ou souterraines (nappes, forages, puits). Elles doivent être en outre de bonne qualité, surtout peu chargées en sels.

II-8-1-Cours d'eau :

II-8-1-1-Oued Chiffa :

Il parcourt une partie du périmètre, son lit est plus ou moins étroit et envahi par la végétation sur les berges sa capacité de transit varie de 200 à 700 m³/s sa pente est de l'ordre de 5‰ (5 m/km).

En période d'étiage, le débit diminue pour atteindre une valeur très réduite.

II-8-1-2-Oued Djar :

Il présente un lit plus large et une pente moyenne de 4‰(4m/km) il a une vitesse moyenne de 4 m/s. En période d'étiage, le niveau baisse énormément.

II-8-1-3-Oued Bou-Roumi :

Son lit est aussi large que celui du cours d'eau précédent. Sa capacité de transit est évaluée à 575 m³/s pour une vitesse moyenne dans chaque section de 2,8 m/s. sa pente est relativement faible est d'environ 1,8‰.

II-8-1-4-Oued Harbil :

Dont les eaux peuvent permettre une régularisation de 22Mm³/an.

Le problème au niveau des eaux de cet oued, c'est qu'elles sont polluées à l'amont par l'usine d'antibiotiques de Médéa. Solution de déviation et de traitement sont prises en charge par l'ANBT.

II-8-1-5-transfert Chiffa Harbil :

La galerie de dérivation de section (Fer de Cheval ovoïde) est en voie d'achèvement sur une longueur L_R=1800mlinéaire.

La stabilité de cet ouvrage est assurée par un système d'encrage dans le rocher avec injection de béton + tige d'encrage en acier.

II-8-2-Lacs :

Dans la Mitidja Ouest s'accumulent des eaux de divers origines dans une dépression assez étendue en formant la lac HALLOULA ce dernier est alimenté principalement par les eaux pluviales et déborde parfois en inondant plusieurs centaines d'hectares. Ce lac a été asséché, il existe un réseau de drainage remontant à l'époque coloniale, pour évacuer les eaux de pluies vers la mer.

II-8-3-Barrage El-Moustakbel :

Son site se trouve à 8km à l'est du village Boumedfaa. Il est construit sur l'oued Bou-Roumi et reçoit également de l'eau de la Chiffa, Harbil et Djar. Le barrage El Moustakbel a une capacité totale de retenue de 188 millions de m³.

Pour les eaux d'irrigation, l'eau provenant du barrage El-Moustakbel (Figure 3).

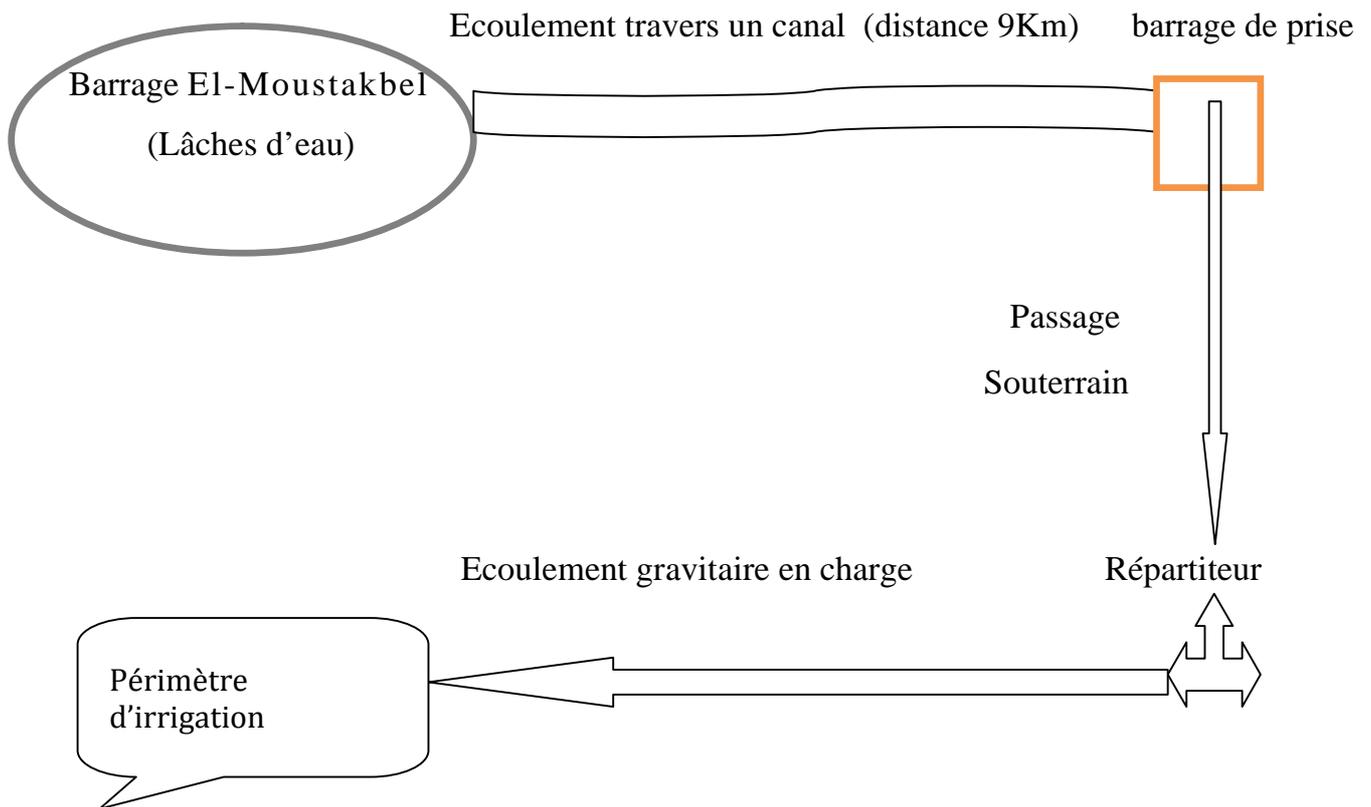


Figure II -3: Schéma explicative.

II-8-4-Nappes phréatiques :

Le niveau aquifère se trouve à une profondeur de 20m en moyenne, l'aquifère est constitué de graviers, de sables et d'une faible proportion d'argile.

La nappe est libre et repose sur un substratum argileux imperméable.

II-8-5- Les forages :

Les forages actuellement exploités sont réservés en grande partie à l'alimentation en eau potable, leur débit est variable entre 6 et 9 (l/s).

Les analyses des eaux issues de 3 forages implantés à travers le périmètre ont relevées la composition suivante:

Tableau II- 11 : Composition des eaux des forages*Source(A.N.R.H)*

	pH	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	NO ₃	Résidus
Forage a	7.5	58	17	30	25	38	220	12	316
Forage b	7.6	62	13	31	32	37.5	256	9	316
Forage c	7.48	108	31	74	135	150	311	10	607

La concentration des différents cations et anions est exprimée en mg/l, selon leur composition chimique, ces eaux appartiennent au groupe des eaux hydrocarbonate-calciques et peuvent être utilisées pour l'irrigation sans aucun risque d'alcanalisation des sols mais leur utilisation ne peut être que restreinte.

Conclusion :

Il ressort que la région recèle d'assez importantes ressources en eaux: Oueds, lacs, puits et barrages. Ce sont en général des eaux bonnes pour l'irrigation mais leur fluctuation tout au long de l'année limite parfois leur utilisation intensive en agriculture.

Les eaux du barrage constituent la source d'eau principale pour l'irrigation du périmètre. Les autres eaux n'assurent qu'une partie complémentaire.

La part du climat dans la production agricole est incontestable. En effet les conditions climatiques déjà définies permettent de dégager le type de climat, ses caractéristiques et ses impacts sur les zones cultivées, la classification du climat peut être basée sur la détermination d'un certain nombre d'indices tels que l'indice pluviométrique d'Emberger, indice d'Aridité de Martonne..etc.

CHAPITRE III

Etude hydrologique

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

III-1- But de l'étude :

L'analyse développée dans cette partie à pour objet d'évaluer la pluviométrie pour le périmètre irrigué, l'étude hydrologique est indispensable pour toutes mise en œuvre des projets : hydro-électrique, de distribution d'eau, de protection contre les crues, drainage d'irrigation, d'assainissement, barrage et de navigation fluviale.

III-2-Présentation de la station :

Code station : 021020.

Nom station : Ahmer El Ain.

X : 488,1.

Y : 352,75.

Z : 120.

III-3-Hydrologie :

L'étude hydrologique dans notre cas à pour but de déterminer les précipitations mensuelles de fréquence ou dépassement de 80%.

Tableau III-1 : précipitations moyennes mensuelles en (mm)

Année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total annuel
1985/86	18,4	7,6	99,3	99,3	58,6	106	62,7	51,2	0	31	15,2	0	548,8
1986/87	34,7	80,5	193	318	306	33,1	29	12,6	4,5	2,8	0	0	1014
1987/88	4,6	4,8	23,1	60,2	61,8	67,1	67,6	162	55,7	19,6	0	0	526,5
1988/89	50,3	4	37,3	193	54,7	14,8	122	173	23,6	31,2	0	8,2	711,6
1989/90	0	0	50,8	44,3	132	0	82,3	171	159	15,2	27,2	0	681,2
1990/91	58,4	29,5	153	227	157	86,1	116	27	43,8	12,6	0	0	910,6
1991/92	0	108,4	42,8	0	154	96,7	140	51,2	54,8	6,6	25,2	0	680,1
1992/93	0,8	39,4	82,6	196	32	37	13	69	27	0	0	0	496,5
1993/94	23,6	31,4	57,9	24,8	128	0	27,8	0	37	6,34	3,44	1,6	342,2
1994/95	70,2	33,2	55,2	100	196	49,6	68,6	29,4	2,4	0	0	3,2	607,7
1995/96	37,3	10,6	19,6	11,4	38,3	198	77,5	202	44,4	9,1	0	0	648,5
1996/97	3,6	25,2	10,5	9	43,6	42,8	10,2	48,1	24,1	0	0	0	217,1
1997/98	28,6	13,6	93,9	92	2,4	42,2	53,7	52,3	102	4,9	0	3,9	489,7
1998/99	16,5	49,7	98,2	68,9	96,6	142	45	14,3	2,2	0	0	0	533,7
1999/00	1,5	2,5	111	186	9,2	0	9,9	10	10,6	0	0	0	340,6
2000/01	10,1	29,7	85,8	36,3	161	58,8	1,2	61,4	20,4	0	0	0	464,4
2001/02	23,8	7,8	59,9	39,8	38,6	14,5	42,5	11	8,9	5,9	4	15	271,9
2002/03	18,1	28,9	78,8	98,6	179	114	21,8	20	17,8	0	0	0	576,2
2003/04	8,6	13,5	70,1	121	39,8	33,2	78,6	49,8	114	4	0	1,6	533,5
2004/05	6,7	5,2	56,9	63,1	55,7	161	65,7	12,3	6,9	0	0	0	433,3
2005/06	0	6,6	89,1	83,9	120	133	59,8	9,5	50,4	0	0	6,7	558,9
2006/07	8,7	16,1	6,1	178	23,1	21,2	224	71,7	37	0	0	0	586
2007/08	0	39,4	128	121	34,2	15	49,6	20,8	60,7	9,2	11	0	488,4
2008/09	16,5	131,4	181	111	243	27	98,5	165	17,3	0	0	0	990,5
Moyenne	17,6	28,76	75,3	99,3	94,6	59,7	62,7	59,8	37	6,34	3,44	1,6	546,1

La répartition des pluies est caractérisée par deux saisons bien marquées :

Une période humide allant de Novembre à Avril qui correspond à 80% du total annuel.

Une saison sèche allant de Mai à Octobre avec des minima en juillet et août durant lesquels les précipitations sont faibles.

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

L'homogénéité est une analyse statistique de l'information aidant à une prise de décision conséquence.

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

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

On divise la série complète en deux sous séries y et x tel que :

N_1 et N_2 représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement $N_2 > N_1$.

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

Mr Wilcoxon (TOUAIBIA;2004) montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée. Avec :

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

$$W_y = \sum$$

W_y : Somme des rangs de sous séries.

$$W_{\min} = \frac{(N_1)(N_1+1)}{2} - \frac{(N_1)(N_2+1)}{2}$$

$$W_{\max} = \frac{(N_2)(N_2+1)}{2} - \frac{(N_2)(N_1+1)}{2}$$

Le tableau suivant détaille le procédé de test d'homogénéité pour la station d'AMEUR EL AIN:

Tableau III-2 : Test de Wilcoxon pour la station d'Ameur Ain.

Rang	P (mm)	Série Ymm)	Série X (mm)	TRI (mm)	XuY
1	548,8	533,7	548,8	1014	Y
2	1014	340,6	1014	910,6	Y
3	526,5	464,4	526,5	711,6	Y
4	711,6	271,9	711,6	681,2	Y
5	681,2	576,2	681,2	680,1	Y
6	910,6	533,5	910,6	648,5	x
7	680,1	433,3	680,1	607,7	y
8	496,5	558,9	496,5	586	x
9	342,2	586	342,2	576,2	x
10	607,7	488,4	607,7	558,9	x
11	648,5		648,5	548,8	Y
12	217,1		217,1	533,7	x
13	489,7		489,7	533,5	x
14	533,7			526,5	Y
15	340,6			496,5	Y
16	464,4			489,7	x
17	271,9			488,4	x
18	576,2			464,4	x
19	533,5			433,3	x
20	433,3			342,2	Y
21	558,9			340,6	x
22	586			271,9	x
23	488,4			217,1	x

$$W_y = 82.$$

$$W_{\min} = 76.4$$

$$W_{\max} = 163.6$$

$$6.4 < W_y < 163.6$$

La condition de Mr Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station d'AMEUR EL AIN est homogène à suiel de $(1-\alpha)$ avec $\alpha=0.05$.

II-5- Etude de l'échantillon et le choix du type de loi :

La pluviométrie est souvent ajustable à des lois statistiques très nombreuses, on utilise pour notre projet celle qui garantit le meilleur ajustement possible.

Les lois d'ajustement les plus communément employées sont les suivantes :

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

III-5- 1-Ajustement à la loi de Gauss

Le procédé de calcul consiste à:

-Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.

-Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.

-Calculer la fréquence expérimentale par la formule de Hazen.

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

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

*Le coefficient de variation : $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$.

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

$$X_{P\%} = \bar{X} + \delta * U_{P\%} \quad \text{Avec:}$$

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

$U_{P\%}$: variable réduite de Gauss.

\bar{X} : Moyenne arithmétique.

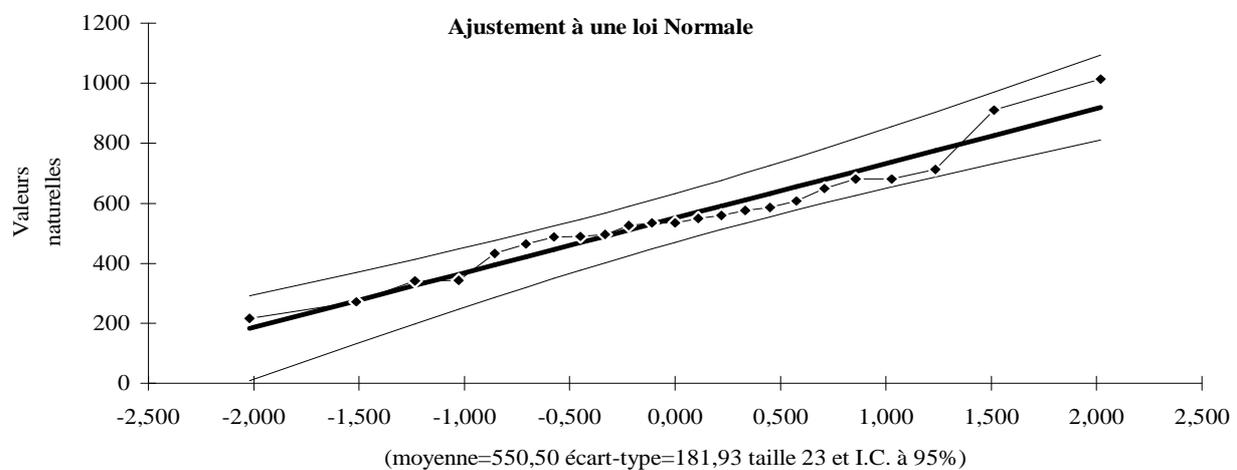
δ : écart type

Pour les calculs on a utilisé le logiciel hydrolab. Les résultats obtenus figurent au tableau III-3 et au graphe 3:

Tableau III-3: Ajustement à une loi de Gauss

Ajustement à une loi de Gauss								
Taille n= 23		Moyenne= 550,495652		I.C. à (en%)= 95			U Gauss= 1,9604	
		Ecart-type= 181,933043						
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
548,8	217,1	1	0,0217	-2,020	217,1	183,077637	8,11306079	291,052301
1014	271,9	2	0,0652	-1,513	271,9	275,286621	131,373327	369,022113
526,5	340,6	3	0,1087	-1,234	340,6	326,05579	197,91086	413,279464
711,6	342,2	4	0,1522	-1,027	342,2	363,624058	246,294628	446,881909
681,2	433,3	5	0,1957	-0,857	433,3	394,560288	285,455966	475,233515
910,6	464,4	6	0,2391	-0,709	464,4	421,536293	319,008867	500,551055
680,1	488,4	7	0,2826	-0,575	488,4	445,931534	348,80518	523,993114
496,5	489,7	8	0,3261	-0,450	489,7	468,56858	375,936698	546,263016
342,2	496,5	9	0,3696	-0,333	496,5	489,991449	401,113594	567,837805
607,7	526,5	10	0,4130	-0,219	526,5	510,591837	424,835359	589,072805
648,5	533,5	11	0,4565	-0,109	533,5	530,674548	447,478578	610,256611
217,1	533,7	12	0,5000	0,000	533,7	550,495671	469,347098	631,644247
489,7	548,8	13	0,5435	0,109	548,8	570,316757	490,734693	653,512726
533,7	558,9	14	0,5870	0,219	558,9	590,399468	511,918499	676,155945
340,6	576,2	15	0,6304	0,333	576,2	610,999855	533,153499	699,87771
464,4	586	16	0,6739	0,450	586	632,422724	554,728289	725,054607
271,9	607,7	17	0,7174	0,575	607,7	655,059771	576,99819	752,186125
576,2	648,5	18	0,7609	0,709	648,5	679,455012	600,44025	781,982437
533,5	680,1	19	0,8043	0,857	680,1	706,431016	625,75779	815,535338
433,3	681,2	20	0,8478	1,027	681,2	737,367247	654,109395	854,696676
558,9	711,6	21	0,8913	1,234	711,6	774,935514	687,71184	903,080444
586	910,6	22	0,9348	1,513	910,6	825,704683	731,969192	969,617978
488,4	1014	23	0,9783	2,020	1014	917,913667	809,939003	1092,87824

Fréquence au non dépassement	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,2	-0,841	397,406871	289,024262	477,877391	397,406871	0,200	1,3
0,5	0,000	550,495671	469,347098	631,644247	550,495671	0,500	2,0



Graphe III -1 : Ajustement à une loi de Gauss

-L'examen graphique montre un bon ajustement.

a)- Test de validité de l'ajustement à la loi de Gauss :

➤ **Test de Khi carrée :**

- ✓ On calcule $\chi^2_{\text{calculé}}$.
- ✓ On calcule le nombre de degré de liberté γ :
- ✓ On détermine $\chi^2_{\text{théorique}}$ sur la table de Pearson III (voir tableau III-4 ci après)

Avec : $\chi^2_{\text{théorique}} = g(\gamma, \alpha)$

La loi est adéquate pour une erreur $\alpha = 0.05$ si et seulement si : $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$.

tableau III-4 : table du χ^2 .

$\alpha \backslash \gamma$	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	9.210	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	1.610	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	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	3.490	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	18.168	20.090	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 HYFRAN on obtenu les résultats suivant:

$$\chi^2_{\text{calculé}}=4.7 \quad \gamma=4$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

$\chi^2_{\text{calculé}} = 4.7 < \chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$ Donc l'ajustement est à considérer.

III-5- 2- Loi du log normal ou loi de Galton :

Cette méthode est comme suit :

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

Nous avons l'équation de la droite de Galton qui s'écrit comme suit :

$$\text{Ln}(X_{p\%}) = \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})} + \delta_{\text{Ln}} * U_{p\%} \dots \dots \dots \text{(II.9)}$$

Avec:

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

$X_{p\%}$: précipitation probable à p%.

$\overline{\text{Ln}(\mathbf{X})}$: moyenne arithmétique des log des précipitations observées.

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

$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})}]^2} \quad \text{Si } n < 30 \dots \dots \dots \text{(II.10)}$$

$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})}]^2} \quad \text{Si } n \geq 30 \dots \dots \dots \text{(II.11)}$$

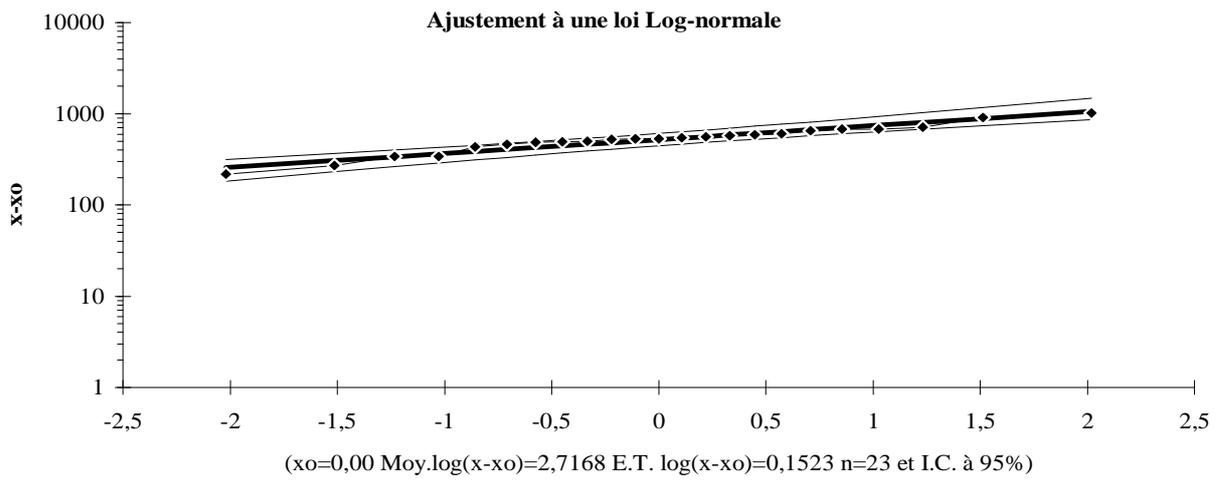
$U_{p\%}$: variable réduite de Gauss.

Pour les calculs on a utilisée le logiciel hydrolab. Les résultats obtenus figurent au tableau III-5 et au graphe 4:

Tableau III-5: Ajustement à une loi de Galton

Ajustement à une loi Log-normale								
Taille n= 23		Moy.log(x-xo)= 2,716782472			U			
xo= 0		E.T. log(x-xo)= 0,152252948			I.C. à (en%)= 95		Gauss= 1,960	
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
548,8	217,1	1	0,022	-2,020	217,1	256,628	183,182	315,98324
1014	271,9	2	0,065	-1,513	271,9	306,528	232,292	367,20963
526,5	340,6	3	0,109	-1,234	340,6	338,031	264,069	399,89998
711,6	342,2	4	0,152	-1,027	342,2	363,41	289,873	426,65026
681,2	433,3	5	0,196	-0,857	433,3	385,732	312,594	450,60749
910,6	464,4	6	0,239	-0,709	464,4	406,313	333,472	473,13569
680,1	488,4	7	0,283	-0,575	488,4	425,87	353,179	494,99805
496,5	489,7	8	0,326	-0,450	489,7	444,857	372,135	516,70223
342,2	496,5	9	0,370	-0,333	496,5	463,606	390,634	538,63612
607,7	526,5	10	0,413	-0,219	526,5	482,379	408,905	561,13356
648,5	533,5	11	0,457	-0,109	533,5	501,412	427,141	584,51301
217,1	533,7	12	0,500	0,000	533,7	520,934	445,525	609,10574
489,7	548,8	13	0,543	0,109	548,8	541,215	464,27	635,32157
533,7	558,9	14	0,587	0,219	558,9	562,57	483,614	663,65575
340,6	576,2	15	0,630	0,333	576,2	585,351	503,813	694,69587
464,4	586	16	0,674	0,450	586	610,02	525,2	729,22965
271,9	607,7	17	0,717	0,575	607,7	637,218	548,228	768,36871
576,2	648,5	18	0,761	0,709	648,5	667,888	573,56	813,7764
533,5	680,1	19	0,804	0,857	680,1	703,524	602,236	868,12898
433,3	681,2	20	0,848	1,027	681,2	746,738	636,052	936,17473
558,9	711,6	21	0,891	1,234	711,6	802,801	678,6	1027,6553
586	910,6	22	0,935	1,513	910,6	885,308	739,011	1168,2351
488,4	1014	23	0,978	2,020	1014	1057,45	858,818	1481,4334

Fréquence au non dépassement	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,2	-0,841	387,8539382	314,7508	452,9090194	387,854	0,200	1,3
0,5	0,000	520,9337402	445,5252	609,1057375	520,934	0,500	2,0



Graphe III -2 : Ajustement à une loi de Galton

-L'examen graphique montre un bon ajustement.

a)- Test de validité de l'ajustement à la loi de Galton :

➤ **Test de Khi carrée :**

- ✓ On calcule $\chi^2_{\text{calculé}}$.
- ✓ On calcule le nombre de degré de liberté γ .
- ✓ On détermine $\chi^2_{\text{théorique}}$ sur la table de Pearson III .

Avec :

$$\chi^2_{\text{théorique}} = g(\gamma, \alpha)$$

La loi est adéquate pour une erreur $\alpha = 0.05$ si et seulement si : $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$.

D'après le logiciel HYFRAN on obtenu les résultats suivant:

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 6.52 \quad \gamma = 4$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 6.52 < \chi^2_{\text{théorique}} = 9.488 \quad \text{Donc l'ajustement est à considérer.}$$

-On prend l'ajustement de Gauss car plus simple et consiste deux paramètres.

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

$$P_{i, 80\%} = P_{\text{moy de chaque mois}} \times \frac{\text{é} \quad (\quad \%)}{\text{é} \quad (\quad \%)}$$

i : mois

On déduire les résultats suivants :

$$P_{\text{théo ann 80\%}} = 397,4\text{mm.}$$

$$P_{\text{théo ann 50\%}} = 550,5\text{mm.}$$

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

Tableau III-6 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcule.

mois	$P_{i,\text{moy}} \%$	$P_{i,80\%} \text{ mm}$
septembre	17,6	12,7
octobre	28,76	20,7
novembre	75,3	54,2
décembre	99,3	71,5
janvier	94,6	68,1
février	59,7	43,0
mars	62,7	45,1
avril	59,8	43,1
mai	37	26,6
juin	6,34	4,6
juillet	3,44	2,5
août	1,6	1,2

Conclusion :

Au cours de ce chapitre, nous nous sommes efforcés de 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 moyennes annuelles, il faut signaler que le test de Khi carré a montré un ajustement à considérer avec les deux lois (loi de Galton et la loi de Gauss).

Concernant l'ajustement des séries des pluies moyennes annuelles, on constate que la loi de Gauss, adoptée dans notre projet.

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

CHAPITRE IV

Estimation des besoins en eau des cultures actuelles

Cette étude à pour but principal de déterminer les besoins en eau des cultures.

Les cultures pour se développer, puisent du sol, l'eau et les éléments nutritifs, la quantité d'eau donnée à la culture n'est pas entièrement absorbée par la culture, une partie percole et se perd en profondeur.

L'eau qui constitue la plante est libérée par transpiration libérée par transpiration à travers l'appareil foliacé, le reste est évaporé par le sol ; l'ensemble de ces deux actions est l'évapotranspiration, ce phénomène conditionne et détermine les besoins en eau des cultures, dans un premiers temps, la détermination des besoins en eau d'une culture nécessite :

- la connaissance de divers paramètres concernant aussi ; bien la plante elle-même que les données climatiques et pédologiques de la région.
- Les données climatiques donneront les indications concernant les besoins en eau des cultures.
- les paramètres pédologiques permettront d'estimer la réserve en eau utile du sol ; et les données culturales préciseront la réserve en eau facilement utilisable par la plante.

IV.1. Le besoins en eau d'une culture:

Le besoin en eau est défini comme étant le niveau d'évapotranspiration d'une culture indemne de maladie et poussant dans une parcelle d'une surface supérieure a un hectare dans des conditions optimales de sol.

IV.2. L'évapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC) :

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

Donc, c'est l'évapotranspiration d'une culture exempte de maladies, poussant dans un champ jouissant de conditions : agronomiques, pédologiques, et climatique, donnée par l'expression (5-1).

$$ET_{\text{culture}} = K_C \times ET_0 \dots\dots\dots (5-1).$$

K_C : représente le coefficient cultural, dépend du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatiques qui y règnent.

IV.3. Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence :

Les recherches actuelles sur les besoins en eau des cultures agricoles ne sont plus menées dans le seul but d'obtenir des données précises sur chaque plante, mais surtout elles sont orientées vers l'établissement de formules universelles. Elles permettent de calculer rationnellement ces besoins, dans n'importe quelle région.

Pour cela, il existe plusieurs méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration de référence, les plus employées, sont :

- Méthodes des lysimètres.
- Méthodes des stations expérimentales.
- Méthodes directes de l'évaporation.
- Méthodes empiriques.

En ce qui concerne les méthodes empiriques, il existe des formules de calcul dont les principales sont:

- Priestly- Taylor.
- Makkink.
- Turc.
- Hargreaves.
- Blaney – Cridle.
- Thornthwaite.
- Penman et Monteith modifiée.

Dans notre mémoire fin d'étude, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide de logiciel CROPWAT, qui permet au passage, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de M^r Penman et Monteith modifiée.

IV.4. Méthode de M^r Penman et Monteith modifiée :

En Angleterre, précisément en 1948, M^r Penman et Monteith ont proposé une étude de l'évapotranspiration en reliant inséparablement l'énergie solaire incidente. Cette formule est limitée ou bien incomplète, du fait que cette dernière ne prenne pas en considération l'effet de quelques paramètres météorologiques.

Les expériences ont montré que la formule telle qu'elle est, s'applique mieux dans les régions humides, non loin de l'océan et essentiellement recouverte de végétation, que dans les zones arides ou semi arides de faible humidité.

Pour cela, nous adaptons la nouvelle formule de M^r Penman et Motheit, modifiée, qui prend en compte l'effet du paramètre vent, ainsi que les corrections supplémentaires qui tiennent compte des conditions météorologique diurne et nocturne.

L'expérience a montrée que l'expression obtenue, prédirait de près, l'évapotranspiration de référence, non seulement dans des régions humides et fraîches comme en Angleterre, mais aussi dans des zones très chaudes et semi arides.

La formule de M^r Penman et Motheit modifiée se présentant comme suite:

$$ET_0 = C \times [W \times R_n + (1 - W) \times F(u) \times (e_a - e_d)] \dots \dots \dots (5-2).$$

Tel que :

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

W : facteur de pondération tenant compte de l'effet de rayonnement a différente température et altitude.

R_n : rayonnement net en évaporation équivalente, exprime en mm/jour.

F(u) : fonction liée au vent.

e_a: tension de vapeur saturante a la température moyenne de l'air, en millibars.

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

La différence (e_a-e_d) consiste en facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalise à l'aide d'un logiciel appelé CROPWAT, fonder sur la méthode de M^r Penman et Motheit, modifiée et recommandée par la consultation des experts de la FAO tenue a Rome en mai 1990.

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les informations mensuelles de la station météorologique, la méthode adoptée emploie les informations homogènes et fiables suivantes :

-Température : Les températures moyennes mensuelles sont données en degré Celsius.

-Humidité de l'air : l'humidité relative de l'air exprime en pourcentage %.

-Insolation journalière : L'insolation journalière donnée en heures d'insolation.

-Vitesse de vent : La vitesse du vent peut être introduite en m/s.

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET₀ calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau IV-1: Evapotranspiration de référence ET₀ calculée à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0

Pays		TIPAZA		Station		ameur ain	
Altitude		120	m.	Latitude		36.29	°N
				Longitude		2.34	°E
Mois	Temp Min	Temp Max	Humidité	Vent	Insolation	Ray.	ET ₀
	°C	°C	%	km/jour	heures	MJ/m ² /jour	mm/jour
Janvier	-1.0	30.0	76	778	10.1	13.4	5.76
Février	3.5	30.0	76	86	10.3	16.4	2.58
Mars	-0.5	39.5	73	691	12.0	22.1	9.95
Avril	4.0	37.0	71	173	12.9	26.6	6.16
Mai	6.0	43.0	70	346	14.3	30.5	9.54
Juin	11.0	47.0	67	691	14.5	31.3	13.61
Juillet	14.0	48.5	63	346	15.0	31.6	11.21
Août	14.5	52.0	70	346	14.2	29.0	11.33
Septembre	13.0	46.0	69	518	12.6	23.9	10.45
Octobre	7.0	42.0	70	691	12.0	19.2	9.95
Novembre	4.0	33.0	73	173	10.5	14.3	3.35
Décembre	2.0	28.0	79	259	10.1	12.5	2.79
Moyenne	6.5	39.7	71	425	12.4	22.6	8.06

IV.5. Calcul de la pluie efficace :

Pour tenir compte des pertes, le programme CROPWAT, nous permet de calculer la précipitation efficace, définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur, etc.

Il est difficile d'évaluer les pluies efficaces sans avoir recours à des mesures effectuées pendant de longues périodes, en différents endroits.

Tableau IV-2: Les pluies efficaces calculées à l'aide du logiciel CROPWAT .

Station	ameur ain	Méthode Précipitations eff.	Pourcentage fixé
	Pluie	Pluie eff.	
	mm	mm	
Janvier	121.0	96.8	
Février	76.0	60.8	
Mars	80.0	64.0	
Avril	77.0	61.6	
Mai	47.0	37.6	
Juin	8.0	6.4	
Juillet	4.0	3.2	
Août	2.0	1.6	
Septembre	23.0	18.4	
Octobre	37.0	29.6	
Novembre	96.0	76.8	
Décembre	127.0	101.6	
Total	698.0	558.4	

IV.6. Les besoins eau des cultures suivant le calendrier cultural :

L'appréciation des besoins en eau des cultures, par le logiciel CROPWAT, nécessite l'introduction des renseignements ci après :

*Durée des phases de croissance (en jour) : initiale, mi-saison, développement et récolte.

*Coefficients culturaux (K_c) : pour chaque phase de croissance et pour chaque culture.

*Profondeur d'enracinement (P) en (mètre) : deux valeurs sont entrées celle de la phase initiale et celle de la phase plein développement.

*Tarissement admissible (p) du sol, exprime en fraction d'humidités totales disponibles :

C'est le niveau critique de l'humidité du sol à partir duquel le stress dû au manque d'eau se fait sentir, affectant l'évapotranspiration et la production de la plante.

*Coefficients de réponse du rendement K_Y : pour estimer les productions dues au stress hydrique, nous devons connaître les différents coefficients de réponse pour chaque phase de croissance.

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

$$B = ETP - (P_{eff} + RFU) + D \dots\dots\dots (5-5)$$

Avec :

D : drainage.

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

ETP : évapotranspiration (mm / jour).

RFU : réserve facilement utilisable.

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot D_a \cdot Z \dots\dots\dots (5-6)$$

Avec :

Y : degré de tarissement.

D_a : densité apparente.

Z : profondeur d'enracinement mm.

H_{cc} : humidité à la capacité au champ.

H_{pf} : humidité au point de flétrissement.

P_{eff} : pluie efficace (calculer d'après les formules (5-3) et (5-4)).

L'irrigation est faite lorsque $B > 0$, (d'après la formule (5-6)).

IV.7. Détermination des besoins en eau des cultures :

Pour le calcul des besoins en eau de l'arboriculture on a utilisé une méthode de bulletin du FAO N°36. Cette méthode consiste à déterminer :

L'irrigation est faite lorsque $B > 0$, (d'après la formule (5-6)).

1. L'Evaporation maximale de la culture :

$$ETM = K_c \cdot E_{To} ; (mm/j) \dots\dots\dots (5-7)$$

Avec :

K_c : coefficient cultural.

E_{To} : évapotranspiration de référence.

2. Besoins en eau des cultures en irrigation localisée :

$$ETM_{loc} = ETM \cdot K_r ; (mm/j) \dots\dots\dots (5-8)$$

Avec :

K_r : coefficient de réduction .

D'après Freeman et Garzoli $K_r = C_s + 0,5. (1 - C_s)$ (5-9)

C_s : taux de couverture de sol (%).

3. Besoin en eau d'irrigation :

3.1. Le besoin d'irrigation net, B_{net} :

C'est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation théorique nécessaire pour obtenir une production normale sur l'ensemble de la surface cultivée.

(à l'exclusion des pertes et de la contribution des autres ressources).

3.2. Le besoin d'irrigation brut, B_{brut} :

C'est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation nécessaire en pratique (compris les pertes et les besoins de lessivage mais à l'exclusion de la contribution des autres ressources).

$B_{brut} = B_{net} \cdot R_p + L_R$;(mm/j)..... (5-10)

Avec : R_p : rendement de l'irrigation à la parcelle.

$R_p = \frac{E \cdot C_u}{100}$ (5-11)

E : coefficient qui exprime l'efficacité de l'arrosage dépend de la texture du sol.

C_u : coefficient d'uniformité.

L_R : besoin supplémentaire en eau pour le lessivage du sol pour l'irrigation localisée

3.3. Les besoins en eau pour le lessivage :

Les eaux d'irrigation du forage sont minéralisées suivant les analyses effectuées par le laboratoire du ANRH soumaa de conductivité électrique de 2.1mmhos/cm.

Donc en appelle à un lessivage initial.

3.4. Lessivage initial:

Le calcul du volume a apporté est basé sur la formule de VOLOBUEN :

$$H = -\Delta \alpha \theta \log \frac{S - S_i}{S_0 - S_i} \dots\dots\dots (5-12)$$

Avec :

H : Hauteur d'eau a apporté en m^3/ha .

Δ : Epaisseur du sol lessiver en m.

θ : Humidité du sol saturé en %.

S_i : Salinité de l'eau d'irrigation en mmhos/cm.

S_0 : Salinité moyenne après lessivage en mmhos/cm.

α : Coefficient dépendant de la nature du sol texture essentiellement.

L'évaluation des besoins nets en eau des cultures se fait par le logiciel CROPWAT 8.0

NB : On introduire les donnée climatique dans le logiciel CROPWAT 8.0 mais on obtenu certain résultat faut.

Les résultats de calcul pour les différentes cultures sont reportes dans les tableaux (V-3), (V-4) et (V-5).

Tableau IV-3: besoins en eau d'irrigation des pommes de terre.

Culture : pomme de terre station climatique : Ahmer El Ain							
Date de plantation : 1 fév							
Mois	Décade	Phase	Kc	ETc	ETc	Pluie eff.	Bes. Irr.
			coeff	mm/jour	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Fév	1	Init	0.50	1.35	13.5	23.0	0.0
Fév	2	Init	0.50	0.59	5.9	18.4	0.0
Fév	3	Crois	0.52	2.13	17.0	19.4	0.0
Mar	1	Crois	0.71	6.07	60.7	21.1	39.5
Mar	2	Crois	0.97	11.07	110.7	21.6	89.1
Mar	3	Mi-sais	1.21	11.71	128.8	21.2	107.5
Avr	1	Mi-sais	1.26	8.57	85.7	21.5	64.3
Avr	2	Mi-sais	1.26	6.61	66.1	21.5	44.5
Avr	3	Mi-sais	1.26	8.40	84.0	18.5	65.5
Mai	1	Mi-sais	1.26	10.57	105.7	15.4	90.3
Mai	2	Arr-sais	1.21	11.50	115.0	12.8	102.2
Mai	3	Arr-sais	1.09	11.83	130.2	9.3	120.9
Jui	1	Arr-sais	0.97	12.36	123.6	4.7	118.8
Total					1046.8	228.6	842.6

Tableau IV-4 : besoins en eau d'irrigation des pommiers.

Mois	Décade	Phase	Coeff K _c	ET cult mm/jour	ET cult mm/déc	Pluie eff mm/déc	Besoins D'irri mm/déc
Mars	2	Init	0.60	1.84	9.2	3.2	6.0
Mars	3	Init	0.60	1.94	19.4	6.4	13.0
Avril	1	Init	0.60	2.04	20.4	6.4	13.9
Avril	2	Init	0.60	2.14	21.4	6.5	14.9
Avril	3	Init	0.60	2.32	23.2	7.2	15.9
Mai	1	Init	0.60	2.50	25.0	8.7	16.3
Mai	2	In/de	0.60	2.69	26.9	9.8	17.1
Mai	3	Dév	0.61	2.91	29.1	6.6	22.5
Juin	1	Dév	0.62	3.15	31.5	2.7	28.8
Juin	2	Dév	0.63	3.39	33.9	0.0	33.9
Juin	3	Dév	0.64	3.56	35.6	0.0	35.6
Juillet	1	Dév	0.66	3.78	37.8	0.1	37.7
Juillet	2	Dév	0.67	3.97	39.7	0.1	39.6
Juillet	3	Dév	0.68	3.85	38.5	1.4	37.1
Août	1	Dév	0.69	3.71	37.1	2.7	34.4
Août	2	Dév/mi	0.70	3.58	35.8	4.0	31.8
Août	3	Mi	0.70	3.34	33.4	5.7	27.7
Septbre	1	Mi	0.70	3.08	30.8	7.4	23.5
Septbre	2	Mi	0.70	2.83	28.3	9.1	19.2
Septbre	3	Mi	0.70	2.45	24.5	9.5	14.9
Octobre	1	Mi	0.70	2.06	20.6	10.0	10.7
Octobre	2	Mi	0.70	1.68	16.8	10.4	6.4
Octobre	3	Mi	0.70	1.44	14.4	13.8	0.6
Novbre	1	Mi	0.70	1.21	12.1	18.5	0.0
Novbre	2	Mi/arr	0.70	0.98	9.8	22.6	0.0

Novbre	3	Arr	0.71	0.93	9.3	17.6	0.0
Décbre	1	Arr	0.72	0.88	8.8	12.0	0.0
Décbre	2	Arr	0.73	0.83	8.3	6.8	1.6
Décbre	3	Arr	0.73	0.83	8.3	6.6	1.7
Janvier	1	Arr	0.74	0.82	8.2	6.7	1.5
Janvier	2	Arr	0.75	0.82	8.2	6.2	2.0
janvier	3	Arr	0.76	1.01	10.1	5.7	4.4
Février	1	Arr	0.77	1.21	12.1	5.2	6.9
Février	2	Arr	0.78	1.41	14.1	4.7	9.4
Février	3	Arr	0.78	1.75	17.5	5.2	12.3
Mars	1	Arr	0.79	2.10	21.0	5.8	15.2
Mars	2	Arr	0.80	2.45	12.2	3.2	5.1
Total					793.2	258.3	565.7

Tableau IV-5: besoins en eau d'irrigation des céréales.

Culture : céréale	station climatique : Ahmer El Ain
Date de plantation : nov	

Mois	Décade	Phase	Kc	ETc	ETc	Pluie eff.	Bes. Irr.
			coeff	mm/jour	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Nov	1	Init	0.70	3.51	35.1	21.1	14.1
Nov	2	Init	0.70	1.78	17.8	26.7	0.0
Nov	3	Init	0.70	1.84	18.4	29.1	0.0
Déc	1	Crois	0.72	1.96	19.6	32.0	0.0
Déc	2	Crois	0.77	1.83	18.3	35.2	0.0
Déc	3	Crois	0.81	2.84	31.3	34.2	0.0
Jan	1	Crois	0.85	4.53	45.3	33.8	11.5
Jan	2	Crois	0.90	5.87	58.7	33.7	25.0
Jan	3	Crois	0.94	4.92	54.1	29.2	24.9
Fév	1	Crois	0.98	2.66	26.6	23.0	3.6
Fév	2	Crois	1.03	1.21	12.1	18.4	0.0

Fév	3	Crois	1.06	4.36	34.9	19.4	15.5
Mar	1	Crois	1.10	9.35	93.5	21.1	72.4
Mar	2	Crois	1.14	13.09	130.9	21.6	109.3
Mar	3	Crois	1.19	11.50	126.5	21.2	105.3
Avr	1	Crois	1.23	8.40	84.0	21.5	62.5
Avr	2	Mi-sais	1.27	6.69	66.9	21.5	45.4
Avr	3	Mi-sais	1.29	8.61	86.1	18.5	67.6
Mai	1	Mi-sais	1.29	10.84	108.4	15.4	93.0
Mai	2	Mi-sais	1.29	12.29	122.9	12.8	110.1
Mai	3	Arr-sais	1.28	13.93	153.3	9.3	144.0
Jui	1	Arr-sais	1.03	13.15	131.5	4.7	126.8
Jui	2	Arr-sais	0.68	9.84	98.4	0.8	97.5
Jui	3	Arr-sais	0.37	4.95	39.6	0.7	38.7
Total					1614.4	505.1	1167.2

Tableau IV-6: besoins en eau d'irrigation des tomates.

Culture : tomate	station climatique : Ahmer El Ain
Date de plantation : juin	

Mois	Décade	Phase	Kc	ETc	ETc	Pluie eff.	Bes. Irr.
			coeff	mm/jour	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Jui	1	Init	0.60	7.67	76.7	4.7	72.0
Jui	2	Init	0.60	8.65	86.5	0.8	85.6
Jui	3	Init	0.60	8.01	80.1	0.9	79.1
Jui	1	Crois	0.70	8.23	82.3	1.4	80.9
Jui	2	Crois	0.87	9.52	95.2	1.0	94.2

Jui	3	Crois	1.06	11.67	128.4	0.9	127.6
Aoû	1	Mi-sais	1.24	14.07	140.7	0.3	140.4
Aoû	2	Mi-sais	1.30	14.88	148.8	0.0	148.8
Aoû	3	Mi-sais	1.30	14.45	159.0	1.5	157.5
Sep	1	Mi-sais	1.30	13.99	139.9	4.4	135.4
Sep	2	Mi-sais	1.30	13.60	136.0	6.4	129.7
Sep	3	Arr-sais	1.28	13.11	131.1	7.5	123.6
Oct	1	Arr-sais	1.18	12.60	126.0	7.5	118.5
Oct	2	Arr-sais	1.09	11.69	116.9	8.2	108.7
Oct	3	Arr-sais	1.03	8.49	25.5	3.8	18.5
Total					1673.0	49.4	1620.4

Tableau IV-7: besoins en eau d'irrigation des pastèques.

Culture : pastèque		station climatique : Ahmer El Ain					
Date de plantation : Avr							
Mois	Décade	Phase	Kc	ETc	ETc	Pluie eff.	Bes. Irr.
			Coeff	mm/jour	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Avr	1	Init	0.50	3.41	34.1	21.5	12.6
Avr	2	Init	0.50	2.63	26.3	21.5	4.8
Avr	3	Crois	0.53	3.55	35.5	18.5	17.0
Mai	1	Crois	0.72	6.05	60.5	15.4	45.1
Mai	2	Crois	0.93	8.85	88.5	12.8	75.6
Mai	3	Mi-sais	1.14	12.47	137.2	9.3	127.9
Jui	1	Mi-sais	1.23	15.72	157.2	4.7	152.5

Jui	2	Mi-sais	1.23	17.72	177.2	0.8	176.4
Jui	3	Mi-sais	1.23	16.41	164.1	0.9	163.2
Jui	1	Arr-sais	1.23	14.50	145.0	1.4	143.7
Jui	2	Arr-sais	1.11	12.12	121.2	1.0	120.1
Jui	3	Arr-sais	0.94	10.33	93.0	0.7	92.2
Total					1239.8	108.6	1131.0

Tableaux IV-8 : tableau récapitulatifs des besoins d'irrigation des cultures:

Mois	Bnet (mm/mois)					Somme (mm)
	Pomme de Terre	Tomate	pastèque	pommier	céréale	
Janvier				7,9	61,4	69.3
Février	0			28,6	19,1	47.7
Mars	236,1			39,3	287	562.4
Avril	174,3		34,4	44,7	175,6	482.8
Mai	313,4		248,6	55,9	347,1	965
Juin	118,8	236,7	492,1	98,3	263	1208.9
Juillet		301,8	356	114,4		772.2
Août		446,7		93,9		540.6
Septembre		388,7		57,6		446.3
Octobre		245,7		17,7		263.4
Novembre				0	14,1	14.1
Décembre				3,3	0	3.3
						5322

Donc le volume total nécessaire du périmètre est **53220m³** pour toute l'année.

Le volume nécessaire mois de pointe juin est: **12089m³**.

3.5 .Débits spécifiques :

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 culturale. Ces débits

spécifiques sont définis par la formule [2-7] et permettront de déterminer les débits à la parcelle et à l'entête de l'entité d'étude.

$$q = \frac{B}{T \cdot t \cdot K} \dots\dots\dots [2-7]$$

Tels que :

B : Besoins mensuels maximum net en mm.

T : nombre de jour d'irrigation = 30 jours.

t : temps du travail = 24h = 86400s.

K : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation = 0.75.

$$q = \frac{1.21}{0.75} = 1.21 \text{ (l/s/ha)} < 1.5 \text{ (l/s/ha)}$$

3.6. Débits caractéristiques :

Le calcul des débits caractéristiques permet de définir le débit maximum que le système d'irrigation collectif devra fournir au niveau du périmètre, déterminé en multipliant le débit de pointe par la surface agricole utile, voir formule [3-7].

$$Q = q \cdot F \dots\dots\dots [3-7].$$

Avec :

Q : Débit caractéristique en (l/s).

q : Débit spécifique de pointe du modèle le plus exigeant en (l/s/ha).

F : Surface agricole utile du secteur en (ha).

Pour le secteur $Q = 1,21 \times 647 \text{ ha} = 782.871 \text{ l/s}$.

Conclusion :

L'évaluation quantitative des besoins en eau d'irrigation, nécessite de prendre en compte L'information météorologique pédologique et culturale. L'étude des besoins en eau permettra aux agriculteurs de permuter et de diversifier leur plan de cultures, tout en garantissant leur besoins en eau.

Cette étude à pour but principal de déterminer les besoins des cultures ainsi le volume nécessaire pour le mois de pointe apporter pour les différentes cultures à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0, et on a calcule les besoins nets car ils peuvent nous indique si la quantité d'eau est suffisante ou pas .Donc les calculs permettent de confirmer que le volume d'eau stocke au niveau de la retenue est suffisant pour l'irrigation de notre périmètre.

CHAPITRE V

Impact du changement de foncier et assolement
sur réseau d'irrigation collectif

V -1 Généralité :

L'Algérie qui s'étend sur une superficie de 2 38 1741 Km² ne dispose que de 8.265.259 Ha de surfaces agricoles utiles, soit l'équivalent de 8,6% du total. Cette SAU a baissé de 0,75 Ha/hab. en 1962 à 0,3 ha/hab. en 1990 avec un peu plus de 30 millions d'habitant. Le pays figure parmi les plus grands importateurs de produit agricole et alimentaire.

Les mauvaises performances de l'agriculture résultent de plusieurs contraintes, parmi lesquelles la question de l'adéquation des réseaux d'irrigation avec le nouveau partage du foncier agricole.

La réforme agraire décrétée en mars 1963 reprenait les terres abandonnées par les colons et les organismes en domaines autogérés. L'état a apporté aux ouvriers un soutien technique et financier à l'époque.

La planification se fait à l'échelle nationale, selon les besoins du pays et les spécificités de chaque région.

Néanmoins l'organisation était bonne, les travailleurs assimilaient difficilement l'option socialiste de la gestion, et ne répondaient pas à l'attente du gouvernement, à savoir une production conséquente, pouvant dans une première étape couvrir les besoins locaux. A cette tare venait s'ajouter des contraintes d'un environnement bureaucratique et technique, la révolution agraire (1971) avait pour but de renforcer la réforme agraire et en équilibrant les possessions territoriales à savoir :

- ✓ Nationalisation des terres non exploitées par leurs propriétaires.
- ✓ Limitation de la propriété dominante exploitée.

La révolution agraire a été remise en cause par la création des domaines autogérés ces derniers viennent à leur tour d'être dissout, les nouvelles entités formées correspondent à des sociétés civiles de personnes physiques (trois au minimum) et sont dénommées entreprises agricoles collectives EAC, entreprises agricoles individuelles sont aussi créées EAI.

V -1-1 Découpage du périmètre Mitidja ouest (tranche II) en EAC et EAI :

L'aménagement du périmètre de la Mitidja ouest (tranche II), répond d'une façon très judicieuse aux conditions technico-socio-économique de la région et à une meilleure adéquation sol- culture.

Pour ce faire il a été procédé à un découpage judicieux du périmètre en tenant compte de nombreux paramètres et du choix de l'ilot type qui couvre le périmètre à 80%.

Ce dernier s'adapte aux différents assolements prévus et permet la rotation des cultures et l'utilisation des systèmes d'irrigation proposés.

Sur la base de ce nouveau découpage, le point essentiel en l'occurrence la trame hydraulique définissant l'ilot d'irrigation n'a pas été prise en considération. Actuellement nous nous heurtons à cette contrainte qui devrait être le point de mire de ce découpage.

V -2 : Définitions :

Les exploitations agricoles collectives sont des entreprises issues de la nouvelle restructuration agraire basée sur la gestion collective du périmètre, ou l'attributaire ne dispose que du droit de jouissance. Contrairement, les exploitations individuelles sont des entreprises gérées par un seul attributaire.

• Pourquoi qualifie-t-on les exploitations de familiales ?

Une exploitation est dite familiale, surtout dans le secteur public lorsque le collectif d'attributaire a été formé sur la base d'une relation de consanguinité de ces membres :

Trois situations différentes peuvent caractériser une EAC de trois personnes :

- ❖ Les trois personnes portent des patronymes différents.
- ❖ Les deux personnes portent un même patronyme.
- ❖ Les trois personnes portent un même patronyme.

Est considérée comme exploitation familiale toute exploitation satisfaisant aux deux dernières situations.

❖ Les fermes pilotes sont des statuts fonciers dont le rôle est la production des semences, plants et géniteurs, et la diffusion de techniques modernes de production dans le cadre d'un système de vulgarisation.

V -3 : Nombre des exploitations agricoles :

L'agriculture dans la Mitidja ouest (tranche II) est dominée par les EAC, EAI et fermes pilotes qui occupent environ de 60% de la surface agricole utile, le secteur privé ne représente que 40% de la SAU.

Vu les remembrements faits chaque année, la structure foncière des exploitations agricoles connaît des véritables changements Une étude récente est indispensable, pour cela il nous est difficile d'avoir le nombre total des exploitations agricoles dans toute la tranche II. Notre enquête nous a permis d'avoir le nombre des exploitations au niveau de trois communes seulement, les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

Tableaux V -1 : nombre des EAC/EAI au niveau des trois communes (Hadjout, Bourkika et Ahmer el ain)

Communes	Exploitation agricoles collectives EAC	Exploitation agricoles individuelle EAI
Hadjout	144	/
Bourkika	116	19
Ahmer el ain	122	16

V-3-1-Eléments du réseau :

La parcelle est équipée d'un kit d'aspersion :

-une rampe principale de diamètre 76 mm en PE (poly-éthylène).

-une quarantaine de rampes secondaires de 6 m de longueur de même diamètre (76 mm) en PE.

Les asperseurs utilisés sont tous identiques types sprinkler. Il s'agit d'asperseurs en plastique à battant double buses (diamètre, mesuré 5,6mm), montés sur des tiges verticales de 60 cm. La particularité de l'installation, est que chaque aspersion est muni d'une petite vanne.

Les caractéristiques de fonctionnement de l'aspersion fournies par le constructeur n'existent pas, nous étions obligés d'obtenir tous ces paramètres sur le site .en utilisant l'abaque, les résultats estimés sont comme suite :

Débit de l'aspersion = 2,05 m³/h (0,57 l/s,) diamètre de la buse 7/32" (5,56 mm),

la pression=3bars (pression de fonctionnement prise comme hypothèse) L'espacement entre asperseurs est de 12 m .La portée mesurée varie de 6 à 8 m.

Au cours des arrosages, aucune baisse de pression n'a été remarquée.

La pression moyenne au niveau de chaque buse n'a pas été mesurée vu l'inexistence de moyen matériel.

Pour faciliter le fonctionnement de l'installation d'autres éléments complémentaires y sont insérés tels que : coudes, joints (42 joints), vannes etc.

Exemple concret :

Sur une superficie de 2,5 ha l'agriculteur est obligé de déplacer 8 à 10 fois la canalisation mobile, le nombre de postes est égale à 8 postes, la durée d'irrigation est de 2 heures par poste, moyennant 3 postes / jour, et en tenant compte de la durée de déplacement du matériel par ouvrier de 30 min ce que fait un total d'environ 8 heures / jour d'irrigation .la parcelle en question ne peut être irriguée qu'au bout de trois jours.

V -4- La notion d'aménagement foncier :

C'est l'ensemble des procédures qui permettent d'améliorer le parcellaire agricole c'est-à-dire les structures unitaires de gestion de l'espace agricole.

Font également partie de l'aménagement foncier les procédures qui permettent de délimiter les usages agricoles par rapport aux autres usages :

- ❖ À l'extension des procédures de remembrement, initialement conçues dans une finalité uniquement agricole, aux espaces boisés.
- ❖ À la délimitation de l'usage forestier par rapport à l'usage agricole.
- ❖ À l'extension des procédures de remembrement, initialement conçues dans une finalité uniquement agricole, aux espaces boisés.
- ❖ À la délimitation de l'usage forestier par rapport à l'usage agricole.
- ❖ Et à la possibilité d'un aménagement global de l'espace rural portant sur la totalité des parcelles, boisées et agricoles, d'un territoire donné.
- ❖ Du point de vue du propriétaire, la procédure d'aménagement foncier peut être considérée sous deux aspects :
 - ❖ Un instrument d'aménagement, puisqu'il remet à plat l'organisation parcellaire à l'intérieur d'un périmètre concerné ; quand on considère la nécessaire complexité.
 - ❖ Des procédures de transfert de propriété, la redistribution complète d'un parcellaire, sous le contrôle de l'Etat, est en fait d'une remarquable simplicité, et par là même source d'économie.
- ❖ L'aménagement foncier agricole et forestier.
- ❖ la mise en valeur des terres incultes, remarquable simplicité, et par là même source d'économie.

V -5 -L'étude foncière :

Une étude foncière récente est indispensable pour la gestion du périmètre à étudier. Cette étude est inexistante vu l'éclatement des domaines autogérés .Un avant projet est envisagé pour sa conception .Il est difficile d'obtenir des résultats.

L'objectif est d'apporter suffisamment de donnée pour permettre de projeter un réseau d'irrigation approprié au périmètre, ceci nécessite l'identification sur carte, les limites de la propriété, et le parcellaire.

L'amélioration du parcellaire agricole, c'est-à-dire :

- ✓ Une réduction des distances par rapport à l'exploitation.
- ✓ L'amélioration de la configuration des parcelles.
- ✓ L'augmentation de la taille des parcelles.

Un droit foncier fonctionnel est essentiel pour l'efficacité de la production agricole, pour l'utilisation diversifiée du sol en milieu rural et il sert de contrepoids aux effets négatifs du changement sectoriel et de l'urbanisation. L'objectif de l'efficacité économique dans la réforme du système foncier ne doit pas, cependant, dissimuler l'importance centrale du droit foncier dans la réalisation des idéaux d'égalité, d'équilibre social et de développement en harmonie avec les mécanismes de régénération de l'environnement.

Le présent cadre d'orientation pour les questions du droit foncier et des systèmes Ce cadre devrait contribuer fonciers dans la coopération pour le développement devrait soutenir la mise en pratique des décisions. L'objectif en est d'améliorer la situation socio-économique et d'inciter les adressés concernées à participer au processus de développement. a:

- . trouver des solutions pertinentes dans des projets et programmes de développement .stimuler une discussion critique sur les objectifs, les tâches et les instruments de la politique foncière dans différents contextes sociaux et culturels et à.
- . inciter à chercher une politique foncière centrée sur les besoins et les aspirations des générations à venir.

V-6-Etude du fonctionnement hydraulique actuel du réseau d'irrigation collectif :

Tableaux V -2: les besoins en eau des cultures ayant servi de base au dimensionnement du réseau

CULTURE	BESOIN EN EAU DU MOIS DE POINTE (mm)			BESOIN TOTAUX (mm)	Surface (ha)
	mai	juin	juillet		
oranges existants	84	132	166	642	4,923
poitiers existants	74	141	212	758	3,282
tomat saison	110	191	189	622	19,692
tomat industrielle	74	151	236	700	19,145
Courgette	56	191	94	341	19,692
Pasteque	0	70	165	300	19,692
mais grain	127	191	236	685	54,153
mais ensille	127	191	189	530	67,281
luzerne 1er an	127	171	212	705	2,735
luzerne 2eme an	145	191	236	788	7,658
beterrave touragère	74	0	0	113	18,051
	998	1620	1935	6184	236,304

Tableaux V -3 : les besoins en eau des cultures actuelles.

Mois	Bnet (mm/mois)					Somme (mm)
	Pomme de Terre	Tomate	pastèque	pommier	céréale	
Janvier				7,9	61,4	69,3
Février	0			28,6	19,1	47,7
Mars	236,1			39,3	287	562,4
Avril	174,3		34,2	44,7	175,6	428,2
Mai	313,4		248,6	55,9	347,1	965
Juin	118,8	236,7	492,1	98,3	263	1208,9
Juillet		301,8	356	114,4		772,2
Août		446,7		93,9		540,6
Septembre		388,7		57,6		446,3
Octobre		245,7		17,7		263,4
Novembre				0	14,1	14,1
Décembre				3,3	0	3,3
						5322

D'après les résultats des deux tableaux précédents on déduit les besoins en eau des cultures actuelles sont inférieures aux besoins en eau des cultures ayant servi de base au dimensionnement du réseau, par ce que actuellement les bornes du réseau d'irrigation ne sont pas toutes opérationnelles (surface est plus petite). Ce qui implique diminution de la surface irriguée.

-La quantité d'eau augmente proportionnellement au nombre d'agriculteur inscrit (inscription des agriculteurs implique ouverture des bornes d'irrigation qui n'étaient pas opérationnelles).

- L'ancien découpage parcellaire permettait gestion plus facile et des rendements plus grands.

-Il existe des problèmes dans le réseau d'irrigation qui sont considérés comme un obstacle à l'agriculteur :

- Il y a des casses au niveau des conduites à cause de la forte pression et la vétusté des conduites et à cause du fait qu'elles ne fonctionnent pas aussi bien les travaux de SONALGAZ actuellement.
- La pression faible à cause de : le débordement, manque d'eau au barrage ; qui implique un mauvais fonctionnement des systèmes d'irrigation (aspersion et goutte à goutte).

-Il a été constaté sur le terrain l'assolement et le foncier actuel, et j'ai remarqué les observations suivantes :

-La quantité d'eau qui est utilisée pour l'irrigation est en fonction de l'assolement existant (la même que le besoin calculé en chapitre 4) déterminé d'après l'ONID.

-Le changement de foncier provoque les choses suivantes :

- ✓ Installation de vanne supplémentaire pour simplifier la tâche, et faciliter la gestion, et aussi pour éviter les conflits entre les agriculteurs.
- ✓ Réouverture des bornes déjà existantes pour intégrer des parcelles qui étaient irriguées par d'autres moyens.

-Parfois on a des manques d'eau, l'ONID oblige les agriculteurs d'irriguer seulement l'arboriculture (on a dans le secteur le pommier). Pour intégrer des parcelles qui sont irriguées par d'autres moyens actuellement et à l'intérieur de notre périmètre. À l'aide du logiciel WATERCAD on fait une simulation du fonctionnement hydraulique du réseau en considérant les assolements actuels plus les parcelles desservies par le réseau et qui sont irriguées d'une autre manière, plus pommier. Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau V-4 : simulation du fonctionnement hydrauliques du réseau De distribution (pommier)

Longueur (m)	Tronçon		Diamètre (mm)	matériaux	Coefficient Hazan- Williams C	débit (L/s)	Vitesse (m/s)
	J-1	J-2					
161,73	J-1	J-2	300	amiante ciment	140	0	0
197,24	J-2	J-3	300	amiante ciment	140	0	0
198,11	J-3	J-4	250	amiante ciment	140	0	0
186,83	J-4	J-5	150	amiante ciment	140	0	0
131,97	J-5	J-6	150	amiante ciment	140	0	0
332,7	J-1	J-7	500	amiante ciment	140	3,36	0,02
207,78	J-7	J-8	250	amiante ciment	140	0	0
332,16	J-8	J-9	200	amiante ciment	140	0	0
271,4	J-9	J-10	150	amiante ciment	140	0	0
356,33	J-7	J-11	500	amiante ciment	140	3,36	0,02
93,96	J-11	J-12	250	amiante ciment	140	0	0
249,45	J-12	J-13	250	amiante ciment	140	0	0
165,82	J-13	J-14	200	amiante ciment	140	0	0
49,39	J-14	J-15	200	amiante ciment	140	0	0
62,3	J-15	J-16	200	amiante ciment	140	0	0
217,07	J-11	J-17	200	amiante ciment	140	0	0
177,32	J-17	J-18	125	amiante ciment	140	0	0
69,55	J-18	J-19	125	amiante ciment	140	0	0
18,92	J-19	J-20	125	amiante ciment	140	0	0
383,18	J-11	J-21	400	amiante ciment	140	3,36	0,03
113,4	J-21	J-22	250	amiante ciment	140	0	0
168,89	J-22	J-23	250	amiante ciment	140	0	0
129,8	J-23	J-24	100	amiante ciment	140	0	0
115,3	J-23	J-25	200	amiante ciment	140	0	0
237,7	J-25	J-26	200	amiante ciment	140	0	0

(La

suite de Tableau V-4)

Longueur (m)	Tronçon		Diamètre (mm)	matériaux	Coefficient Hazen- Williams C	débit (L/s)	Vitesse (m/s)
85,75	J-21	J-39	400	amiante ciment	140	3,36	0,03
141,43	J-39	J-41	400	amiante ciment	140	3,36	0,03
159,03	J-41	J-27	300	amiante ciment	140	0	0
157,36	J-27	J-28	150	amiante ciment	140	0	0
107,65	J-27	J-29	300	amiante ciment	140	0	0
220,06	J-29	J-30	250	amiante ciment	140	0	0
191,32	J-30	J-31	250	amiante ciment	140	0	0
116,01	J-31	J-32	250	amiante ciment	140	0	0
133,81	J-32	J-33	250	amiante ciment	140	0	0
23,6	J-33	J-34	250	amiante ciment	140	0	0
117,25	J-33	J-35	200	amiante ciment	140	0	0
590,34	J-41	J-36	400	amiante ciment	140	3,36	0,03
127,25	J-36	J-37	200	amiante ciment	140	0	0
250,86	J-37	J-38	125	amiante ciment	140	0	0
39,81	J-36	J-39	400	amiante ciment	140	3,36	0,03
131,86	J-39	J-40	300	amiante ciment	140	3,36	0,05
161,19	J-40	J-41	250	amiante ciment	140	3,36	0,07
100,52	J-41	J-42	250	amiante ciment	140	3,36	0,07
105,06	J-42	J-43	250	amiante ciment	140	3,36	0,07
246,8	J-44	J-45	200	amiante ciment	140	3,36	0,11
341,44	J-39	J-46	300	amiante ciment	140	0	0
203,64	J-46	J-47	200	amiante ciment	140	0	0
208,33	J-47	J-48	100	amiante ciment	140	0	0
419,72	J-47	J-49	200	amiante ciment	140	0	0
106,22	J-1	R-1	500	amiante ciment	140	-3,36	0,02

Tableau V-5 : simulation du fonctionnement hydrauliques du réseau de distribution (pommier)

Borne	altitude (m)	débit (L/s)	Cote piézométrique (m)	Pression (bars)
J-1	74,4	0	175	9,8
J-2	74,3	0	175	9,9
J-3	75,53	0	175	9,7
J-4	76	0	175	9,7
J-5	76,58	0	175	9,6
J-6	76,8	0	175	9,6
J-7	71,28	0	175	10,2
J-8	70,82	0	175	10,2
J-9	69,72	0	175	10,3
J-10	69,56	0	175	10,3
J-11	69,41	0	175	10,3
J-12	70,5	0	175	10,2
J-13	70,76	0	175	10,2
J-14	71,77	0	175	10,1
J-15	71	0	175	10,2
J-16	71,27	0	175	10,2
J-17	68,68	0	175	10,4
J-18	68,36	0	175	10,4
J-19	68	0	175	10,5
J-20	68	0	175	10,5
J-21	68,54	0	175	10,4
J-22	68	0	175	10,5
J-23	68,15	0	175	10,5
J-24	68	0	175	10,5
J-25	68,41	0	175	10,4
J-26	69,3	0	175	10,3
J-39	68,06	0	175	10,5
J-41	67	0	175	10,6
J-27	66,73	0	175	10,6
J-28	67,13	0	175	10,6
J-29	66,62	0	175	10,6
J-30	65,61	0	175	10,7
J-31	65	0	175	10,8
J-32	65	0	175	10,8
J-33	65	0	175	10,8

(La suite de Tableau V-5)

Borne	altitude (m)	débit (L/s)	Cote piézométrique (m)	Pression (bars)
J-34	65	0	175	10,8
J-35	64,7	0	175	10,8
J-36	64,49	0	175	10,8
J-37	64,22	0	175	10,8
J-38	64,5	0	175	10,8
J-39	63,36	0	175	10,9
J-40	62,88	0	174,99	11
J-41	62	0	174,99	11,1
J-42	62,06	0	174,99	11,1
J-43	62,03	0	174,99	11,1
J-44	61	0	174,98	11,2
J-45	60	3,36	174,96	11,3
J-46	60,93	0	175	11,2
J-47	59,88	0	175	11,3
J-48	57,21	0	175	11,5
J-49	62	0	175	11,1

A partir de ces résultats on a obtenu des vitesses très faible est de 0.02 m/s à 0.11 m/s, par ce que les besoins en eau de pommier sont inférieurs par rapport aux besoins en eau total, les pressions sont excellent.

Figure V-1 : réseau d'irrigation actuel (pommier, vitesse)

Figure V-2 : réseau d'irrigation actuel (pommier,debit)

Figure V-3 : réseau d'irrigation actuel (pommier, pression)

-Le réseau existant consiste des bornes opérationnel et non opérationnel, on fait une simulation du fonctionnement hydraulique du réseau en considérant les assèlements actuel pour les deux cas (actuel (borne opérationnel actuellement), total (tout bornes opérationnel))à l'aide du logiciel WATERCAD les résultats obtenues sont récapitulés dans les tableaux suivant :

Tableau V-6 : paramètres hydrauliques du réseau de distribution actuel

Tronçon		Diamètre (mm)	Longueur (m)	matériaux	Coefficient Hazan-Williams C	vitesse (m/s)	débit (L/s)
J-2	J-1	300	161,73	amiante ciment	140	0,39	27,3
J-3	J-2	300	197,24	amiante ciment	140	0,19	13,3
J-4	J-3	250	198,11	amiante ciment	140	0,13	6,3
J-5	J-4	150	186,83	amiante ciment	140	0	0
J-6	J-5	150	131,97	amiante ciment	140	0	0
J-7	J-1	500	332,7	amiante ciment	140	0,45	87,5
J-8	J-7	250	207,78	amiante ciment	140	0	0
J-9	J-8	200	332,16	amiante ciment	140	0	0
J-10	J-9	150	271,4	amiante ciment	140	0	0
J-11	J-7	500	356,33	amiante ciment	140	0,45	87,5
J-12	J-11	250	93,96	amiante ciment	140	0,27	13,09
J-13	J-12	250	249,45	amiante ciment	140	0,17	8,4
J-14	J-13	200	165,82	amiante ciment	140	0	0
J-15	J-14	200	49,39	amiante ciment	140	0	0
J-16	J-15	200	62,3	amiante ciment	140	0	0
J-17	J-11	200	217,07	amiante ciment	140	0	0
J-18	J-17	125	177,32	amiante ciment	140	0	0
J-19	J-18	125	69,55	amiante ciment	140	0	0
J-20	J-19	125	18,92	amiante ciment	140	0	0
J-21	J-11	400	383,18	amiante ciment	140	0,59	74,41
J-22	J-21	250	113,4	amiante ciment	140	0,08	3,92

(La suite de Tableau V-6)

Tronçon		Diamètre (mm)	Longueur (m)	matériaux	Coefficient Hazan-Williams C	vitesse (m/s)	débit (L/s)
J-23	J-22	250	168,89	amiante ciment	140	0,08	3,92
J-24	J-23	100	129,8	amiante ciment	140	0	0
J-25	J-23	200	115,3	amiante ciment	140	0,12	3,92
J-26	J-25	200	237,7	amiante ciment	140	0	0
J-39	J-21	400	85,75	amiante ciment	140	0,56	70,49
J-41	J-39	400	141,43	amiante ciment	140	0,47	59,15
J-27	J-41	300	159,03	amiante ciment	140	0,47	33,46
J-28	J-27	150	157,36	amiante ciment	140	0	0
J-29	J-27	300	107,65	amiante ciment	140	0,47	33,46
J-30	J-29	250	220,06	amiante ciment	140	0,41	20,16
J-1	J-30	250	191,32	amiante ciment	140	0,41	20,16
J-32	J-31	250	116,01	amiante ciment	140	0,41	20,16
J-33	J-32	250	133,81	amiante ciment	140	0,29	14,07
J-34	J-33	250	23,6	amiante ciment	140	0,13	6,51
J-35	J-33	200	117,25	amiante ciment	140	0,24	7,56
J-36	J-41	400	590,34	amiante ciment	140	0,2	25,69
J-37	J-36	200	127,25	amiante ciment	140	0,24	7,49
J-38	J-37	125	250,86	amiante ciment	140	0,61	7,49
J-39	J-36	400	39,81	amiante ciment	140	0,14	18,2
J-40	J-39	300	131,86	amiante ciment	140	0,14	9,8
J-41	J-40	250	161,19	amiante ciment	140	0,2	9,8
J-42	J-41	250	100,52	amiante ciment	140	0,2	9,8
J-43	J-42	250	105,06	amiante ciment	140	0,2	9,8
J-44	J-43	250	128,55	amiante ciment	140	0,2	9,8
J-45	J-44	200	246,8	amiante ciment	140	0,31	9,8
J-46	J-39	300	341,44	amiante ciment	140	0,12	8,4
J-47	J-46	200	203,64	amiante ciment	140	0,27	8,4
J-48	J-47	100	208,33	amiante ciment	140	0	0
J-49	J-47	200	419,72	amiante ciment	140	0,27	8,4
R-1	J-1	500	106,22	amiante ciment	140	0,58	-114,8
J-23	J-22	250	168,89	amiante ciment	140	0,08	3,92

Tableau V-7: paramètres hydrauliques du réseau de distribution actuel.

Borne	Élévation (m)	Charge hydraulique (m)	Débit (L/s)	Pression (bars)
J-1	74,4	174,94	0	9,8
J-2	74,3	174,85	14	9,8
J-3	75,53	174,83	7	9,7
J-4	76	174,81	6,3	9,7
J-5	76,58	174,81	0	9,6
J-6	76,8	174,81	0	9,6
J-7	71,28	174,82	0	10,1
J-8	70,82	174,82	0	10,2
J-9	69,72	174,82	0	10,3
J-10	69,56	174,82	0	10,3
J-11	69,41	174,69	0	10,3
J-12	70,5	174,66	4,69	10,2
J-13	70,76	174,62	8,4	10,2
J-14	71,77	174,62	0	10,1
J-15	71	174,62	0	10,1
J-16	71,27	174,62	0	10,1
J-17	68,68	174,69	0	10,4
J-18	68,36	174,69	0	10,4
J-19	68	174,69	0	10,4
J-20	68	174,69	0	10,4
J-21	68,54	174,38	0	10,4
J-22	68	174,38	0	10,4
J-23	68,15	174,37	0	10,4
J-24	68	174,37	0	10,4
J-25	68,41	174,36	3,92	10,4
J-26	69,3	174,36	0	10,3
J-39	68,06	174,32	11,34	10,4
J-41	67	174,24	0	10,5
J-27	66,73	174,13	0	10,5
J-28	67,13	174,13	0	10,5
J-29	66,62	174,05	13,3	10,5

(La suite de Tableau V-7)

Borne	Élévation (m)	Charge hydraulique (m)	Débit (L/s)	Pression (bars)
J-30	65,61	173,89	0	10,6
J-31	65	173,76	0	10,6
J-32	65	173,68	6,09	10,6
J-33	65	173,63	0	10,6
J-34	65	173,63	6,51	10,6
J-35	64,7	173,59	7,56	10,7
J-36	64,49	174,18	0	10,7
J-37	64,22	174,14	0	10,8
J-38	64,5	173,31	7,49	10,6
J-39	63,36	174,18	0	10,8
J-40	62,88	174,17	0	10,9
J-41	62	174,14	0	11
J-42	62,06	174,12	0	11
J-43	62,03	174,1	0	11
J-44	61	174,07	0	11,1
J-45	60	173,94	9,8	11,2
J-46	60,93	174,16	0	11,1
J-47	59,88	174,07	0	11,2
J-48	57,21	174,07	0	11,4
J-49	62	173,9	8,4	11

D'après les tableaux ci-dessus, on a des vitesses faibles (0.08a0.31m/s) et représente 60% (3873,38 ml), les pressions excellentes (9.6à11.4bars).

Figure V-4: réseau d'irrigation actuel (diamètre).

Figure V-5: réseau d'irrigation actuel (vitesse)

Figure V-6: réseau d'irrigation actuel (débit)

Figure V-7: réseau d'irrigation actuel (pression)

Tableau V-8 : paramètres hydrauliques du réseau de distribution total.

Tronçon		Diamètre (mm)	Longueur (m)	matériaux	Coefficient Hazan-Williams C	vitesse (m/s)	débit (L/s)
J-2	J-1	300	161,73	amiante ciment	140	0,52	37,1
J-3	J-2	300	197,24	amiante ciment	140	0,33	23,1
J-4	J-3	250	198,11	amiante ciment	140	0,33	16,1
J-5	J-4	150	186,83	amiante ciment	140	0,55	9,8
J-6	J-5	150	131,97	amiante ciment	140	0,4	7
J-7	J-1	500	332,7	amiante ciment	140	1,17	229,53
J-8	J-7	250	207,78	amiante ciment	140	0,47	23,1
J-9	J-8	200	332,16	amiante ciment	140	0,51	16,1
J-10	J-9	150	271,4	amiante ciment	140	0,36	6,3
J-11	J-7	500	356,33	amiante ciment	140	1,05	206,43
J-12	J-11	250	93,96	amiante ciment	140	0,53	26,18
J-13	J-12	250	249,45	amiante ciment	140	0,44	21,49
J-14	J-13	200	165,82	amiante ciment	140	0,42	13,09
J-15	J-14	200	49,39	amiante ciment	140	0,42	13,09
J-16	J-15	200	62,3	amiante ciment	140	0,42	13,09
J-17	J-11	200	217,07	amiante ciment	140	0,55	17,36
J-18	J-17	125	177,32	amiante ciment	140	0,75	9,17
J-19	J-18	125	69,55	amiante ciment	140	0,75	9,17
J-20	J-19	125	18,92	amiante ciment	140	0,75	9,17
J-21	J-11	400	383,18	amiante ciment	140	1,3	162,89
J-22	J-21	250	113,4	amiante ciment	140	0,49	24,22
J-23	J-22	250	168,89	amiante ciment	140	0,34	16,8
J-24	J-23	100	129,8	amiante ciment	140	0,31	2,45

(La suite de Tableau V-8)

Tronçon		Diamètre (mm)	Longueur (m)	matériaux	Coefficient Hazan-Williams C	vitesse (m/s)	débit (L/s)
J-25	J-23	200	115,3	amiante ciment	140	0,46	14,35
J-26	J-25	200	237,7	amiante ciment	140	0,33	10,43
J-39	J-21	400	85,75	amiante ciment	140	1,1	138,67
J-41	J-39	400	141,43	amiante ciment	140	1,01	127,33
J-27	J-41	300	159,03	amiante ciment	140	0,57	40,18
J-28	J-27	150	157,36	amiante ciment	140	0,38	6,72
J-29	J-27	300	107,65	amiante ciment	140	0,47	33,46
J-30	J-29	250	220,06	amiante ciment	140	0,41	20,16
J-31	J-30	250	191,32	amiante ciment	140	0,41	20,16
J-32	J-31	250	116,01	amiante ciment	140	0,41	20,16
J-33	J-32	250	133,81	amiante ciment	140	0,29	14,07
J-34	J-33	250	23,6	amiante ciment	140	0,13	6,51
J-35	J-33	200	117,25	amiante ciment	140	0,24	7,56
J-36	J-41	400	590,34	amiante ciment	140	0,69	87,15
J-37	J-36	200	127,25	amiante ciment	140	0,48	14,98
J-38	J-37	125	250,86	amiante ciment	140	0,61	7,49
J-39	J-36	400	39,81	amiante ciment	140	0,57	72,17
J-40	J-39	300	131,86	amiante ciment	140	0,53	37,17
J-41	J-40	250	161,19	amiante ciment	140	0,61	29,89
J-42	J-41	250	100,52	amiante ciment	140	0,43	21
J-43	J-42	250	105,06	amiante ciment	140	0,43	21
J-44	J-43	250	128,55	amiante ciment	140	0,43	21
J-45	J-44	200	246,8	amiante ciment	140	0,31	9,8
J-46	J-39	300	341,44	amiante ciment	140	0,5	35
J-47	J-46	200	203,64	amiante ciment	140	0,98	30,8
J-48	J-47	100	208,33	amiante ciment	140	1,07	8,4
J-49	J-47	200	419,72	amiante ciment	140	0,27	8,4
R-1	J-1	500	106,22	amiante ciment	140	1,36	-266,63

Tableau V-9 : paramètres hydrauliques du réseau de distribution total.

Borne	Élévation (m)	Charge hydraulique(m)	Débit(L/s)	Pression (bars)
J-1	74,4	174,7	0	9,8
J-2	74,3	174,55	14	9,8
J-3	75,53	174,48	7	9,7
J-4	76	174,39	6,3	9,6
J-5	76,58	173,97	2,8	9,5
J-6	76,8	173,81	7	9,5
J-7	71,28	173,97	0	10,1
J-8	70,82	173,79	7	10,1
J-9	69,72	173,33	9,8	10,1
J-10	69,56	173,07	6,3	10,1
J-11	69,41	173,34	0	10,2
J-12	70,5	173,23	4,69	10,1
J-13	70,76	173,04	8,4	10
J-14	71,77	172,88	0	9,9
J-15	71	172,84	0	10
J-16	71,27	172,78	13,09	9,9
J-17	68,68	173	8,19	10,2
J-18	68,36	172,15	0	10,2
J-19	68	171,82	0	10,2
J-20	68	171,73	9,17	10,2
J-21	68,54	172,04	0	10,1
J-22	68	171,92	7,42	10,2
J-23	68,15	171,84	0	10,1
J-24	68	171,68	2,45	10,1
J-25	68,41	171,71	3,92	10,1
J-26	69,3	171,57	10,43	10
J-39	68,06	171,82	11,34	10,2
J-41	67	171,51	0	10,2
J-27	66,73	171,35	0	10,2
J-28	67,13	171,17	6,72	10,2
J-29	66,62	171,27	13,3	10,2
J-30	65,61	171,11	0	10,3
J-31	65	170,98	0	10,4

(La suite de Tableau V-9)

Borne	Élévation (m)	Charge hydraulique(m)	Débit(L/s)	Pression (bars)
J-32	65	170,9	6,09	10,4
J-33	65	170,85	0	10,4
J-34	65	170,85	6,51	10,4
J-35	64,7	170,81	7,56	10,4
J-36	64,49	170,88	0	10,4
J-37	64,22	170,73	7,49	10,4
J-38	64,5	169,91	7,49	10,3
J-39	63,36	170,85	0	10,5
J-40	62,88	170,73	7,28	10,6
J-41	62	170,5	8,89	10,6
J-42	62,06	170,42	0	10,6
J-43	62,03	170,34	0	10,6
J-44	61	170,25	11,2	10,7
J-45	60	170,11	9,8	10,8
J-46	60,93	170,58	4,2	10,7
J-47	59,88	169,65	14	10,7
J-48	57,21	167,14	8,4	10,8
J-49	62	169,48	8,4	10,5

D'après les résultats des tableaux ci-dessus, on a majorité des vitesses bonne ce qu'explique l'augmentation de débit, les pressions excellentes (9.5à10.8bars).

Figure V-8: réseau d'irrigation total (vitesse)

Figure V-9: réseau d'irrigation total (débit)

Figure V-10: réseau d'irrigation total (pression)

V -7-perte d'eau et colmatage :

a) perte d'eau :

De la borne d'irrigation, l'eau est acheminée jusqu'à la vanne hydrante, elle est véhiculée aux parcelles par la conduite principale qui distribue aux conduites secondaires qui à leur tour vers les sprinklers.

Durant tout ce parcours les pertes d'eau enregistrées sont au niveau de la vanne hydrante (assez importantes) et au niveau de la conduite principale.

Les pertes les plus importantes sont au niveau des conduites secondaires notamment au niveau des joints et tubes d'asperseurs malgré que le réseau s'avère en très bon état.

Deux pertes banales sont à signaler:

- en irrigation par aspersion les pertes par évaporation sont très importantes vu, la répartition de l'eau sur toute la superficie par comparaison au micro irrigation.
- perte par infiltration.

b) Colmatage :

Vu la qualité des eaux aucun colmatage n'est remarqué.

V -8-Borne d'irrigation :

Elle est récente, elle ressemble à celle de la parcelle précédente (diamètre 150 mm, débit 20 l/s, pression 3,5 bars) mais destinée à une surface irriguée plus importante (30 ha) .cette borne n'est pas utilisée à l'heure actuelle, la source principale en eau reste le forage dont le débit est d'environ 4l/s.

D'autres accessoires sont nécessaires pour le bon fonctionnement du réseau; une vanne est utilisée à chaque début de secteur, elle assure la connexion des conduites Principales aux secondaires, elle facilite en même temps l'exploitation et le pilotage de l'irrigation par l'ouverture et la fermeture de chaque poste.

Une vanne purge est en place en cas de vidange.

✓ Perte d'eau par le réseau : les fuites au niveau des chambres du vanne, l'articulation des conduites à cause de l'ancienneté du réseau, et certain tronçon inactif, et aussi par des voles non constaté (agriculteur déclaré 10 ha et dans la réalité irrigué 20 ha).

-Voila le changement de foncier a induit l'installation de nouveau équipement sont résumé dans le tableau suivant :

Tableau V-10 : équipement ajoutant dans le réseau

Désignation	Quantité	Observation
Borne type B Ø	03	N°09, N°10, N°23
Borne type A 65	02	N°22
Vanne opercule Ø mm	02	Chambre F1
Vanne opercule Ø	02	Vanne FC, Vanne FB
Vanne opercule Ø mm	01	Chambre F1
Ventouse Ø mm	05	03Br FB, 01Br FA,01Br FD
Ventouse Ø	01	Avant N°25

V-9-Equipement des réseaux (canalisation, appareillage et robinetterie) et ouvrages associes par secteur d'irrigation.

Tableau V -11: Equipement des réseaux

Secteur	Superficie équipée (ha)	Linéaires (ø<600mm ,antennes)	Conduite en AC (ml) ø 100 à 500 mm	Borne type B (u)	Borne type A (u)	Borne type C (u)	Ventouse (u)	Soupape de décharge (u)	Chambre De vannes (u)
Irrigation par gravité (F)	650	25074	25 487	25	7	214	15	2	1

Le périmètre sera irrigué à partir des lâchers d'eau du barrage Bouroumi .

Conclusion :

L'importance du foncier pour le processus de développement agricole. Joue un rôle dans le développement économique et social dans les pays. Des conflits fonciers ne font qu'indiquer la complexité et la dynamique des processus en cours.

CHAPITRE VI

Recommandation et réhabilitations
du réseau d'irrigation collectif

Dans ce chapitre nous essayons améliorer les vitesses et de donner quelques recommandations et réhabilitations sur le réseau d'irrigation collectif, la pratique d'irrigation (déclenchement et arrêt d'irrigation, dose apportée.etc), sur la technique (entretien du matériel mobile, entretien du réseau ...etc) et autre.

VI-1 –La correction des diamètres :

Il a été fait la simulation dans le chapitre précédant pour le cas de pommier ,on a obtenu des vitesses très faible a ce moment on proposer une réseau d'irrigation secondaire spéciale a utiliser uniquement pommier quand l'eau provenant du barrage El-Moustakbel est faible,(l'eau la plus porches le volume mort ,donc l'eau charger qui implique risque depot dans les canalisations.et pour le réseaux existant en considerant les 2 cas de fonctionnement (actuel et total, integration de toutes les bornes) on a fait la correction des diameters.

Le choix du diamètre des conduites est effectué de façon à ce que la vitesse d'écoulement dans les canalisations soit admissible et comprise entre: **0, 5 à 2, 00 m/s**, et cela, afin de ne pas provoquer certaine contrainte d'ordre technique : risque de coups de bélier violents lors des changements brusques du régime d'écoulement ou difficulté d'alimenter correctement les points à desservir et aussi pour eviter les depot dans les conduites.

- Pour les calculs on a utilisé logiciel WATERCAD les résultats obtenues sont reportés dans les tableaux suivant :

Tableau VI -1: parameters hydrauliques du réseau de distribution (pommier).

Scaled Length (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
141,43	J-2	J-3	87,8	3,36	0,55
105,06	J-5	J-6	87,8	3,36	0,55
106,22	J-1	R-1	127,6	-14,7	1,15
1 055,94	J-1	J-2	127,6	14,7	1,15
374,93	J-6	J-7	87,8	3,36	0,55
393,5	J-4	J-5	87,8	3,36	0,55
626,69	J-4	J-3	87,8	-3,36	0,55

Tableau VI -2: paramètres hydrauliques du réseau de distribution (pommier).

Bornes	Élévations (m)	charge hydraulique(m)	Débits (L/s)	Pression (bars)
J-1	74,4	174,77	0	9,8
J-4	68,54	172,4	0	10,2
J-6	67	171,9	0	10,3
J-8	63,36	170,52	0	10,5
J-11	62,06	169,65	0	10,5
J-12	62,03	169,42	0	10,5
J-14	60	145,24	3,36	8,3

D'après le tableau ci-dessus, les vitesses sont admissibles (0,55 à 1,15 m/s), les pressions sont bonnes (8,3 à 10,5 bars).

Figure VI -1: réseau d'irrigation (pommier,pression).

Figure VI -2 : réseau d'irrigation (pommier,vitesse).

Figure VI -3 : réseau d'irrigation (pommier,debit).

Tableau VI -3: paramètres hydrauliques du reseau de distribution actuel après la correction des diameters.

Tronçon		Diamètre (mm)	Longueur (m)	matériaux	Coefficient Hazan-Williams C	Vitesse (m/s)	débit (L/s)
J-1	J-2	300	161,73	amiante ciment	140	0,39	27,3
J-2	J-3	300	197,24	amiante ciment	140	0,42	13,3
J-3	J-4	250	198,11	amiante ciment	140	0,2	6,3
J-4	J-5	150	186,83	amiante ciment	140	0	0
J-5	J-6	150	131,97	amiante ciment	140	0	0
J-1	J-7	500	332,7	amiante ciment	140	0,45	87,5
J-7	J-8	250	207,78	amiante ciment	140	0	0
J-8	J-9	200	332,16	amiante ciment	140	0	0
J-9	J-10	150	271,4	amiante ciment	140	0	0
J-7	J-11	500	356,33	amiante ciment	140	0,45	87,5
J-11	J-12	250	93,96	amiante ciment	140	0,27	13,09
J-12	J-13	250	249,45	amiante ciment	140	0,27	8,4
J-13	J-14	200	165,82	amiante ciment	140	0	0
J-14	J-15	200	49,39	amiante ciment	140	0	0
J-15	J-16	200	62,3	amiante ciment	140	0	0
J-11	J-17	200	217,07	amiante ciment	140	0	0
J-17	J-18	125	177,32	amiante ciment	140	0	0
J-18	J-19	125	69,55	amiante ciment	140	0	0
J-19	J-20	125	18,92	amiante ciment	140	0	0
J-11	J-21	400	383,18	amiante ciment	140	0,59	74,41
J-21	J-22	250	113,4	amiante ciment	140	0,22	3,92
J-22	J-23	250	168,89	amiante ciment	140	0,22	3,92
J-23	J-24	100	129,8	amiante ciment	140	0	0
J-23	J-25	200	115,3	amiante ciment	140	0,5	3,92
J-25	J-26	200	237,7	amiante ciment	140	0	0
J-21	J-39	400	85,75	amiante ciment	140	0,56	70,49
J-39	J-41	400	141,43	amiante ciment	140	0,47	59,15
J-41	J-27	300	159,03	amiante ciment	140	0,47	33,46
J-27	J-28	150	157,36	amiante ciment	140	0	0
J-27	J-29	300	107,65	amiante ciment	140	0,47	33,46
J-29	J-30	250	220,06	amiante ciment	140	0,41	20,16
J-30	J-31	250	191,32	amiante ciment	140	0,41	20,16
J-31	J-32	250	116,01	amiante ciment	140	0,41	20,16
J-32	J-33	250	133,81	amiante ciment	140	0,45	14,07
J-33	J-34	250	23,6	amiante ciment	140	0,37	6,51
J-33	J-35	200	117,25	amiante ciment	140	0,96	7,56
J-41	J-36	400	590,34	amiante ciment	140	0,2	25,69
J-36	J-37	200	127,25	amiante ciment	140	0,24	7,49

(la suite tableau VI -3)

Tronçon		Diamètre (mm)	longueur(m)	matériaux	Coefficient Hazan-Williams C	vitesse (m/s)	Débit (L/s)
J-37	J-38	125	250,86	amiante ciment	140	0,61	7,49
J-36	J-39	400	39,81	amiante ciment	140	0,26	18,2
J-39	J-40	300	131,86	amiante ciment	140	0,2	9,8
J-40	J-41	250	161,19	amiante ciment	140	0,2	9,8
J-41	J-42	250	100,52	amiante ciment	140	0,2	9,8
J-42	J-43	250	105,06	amiante ciment	140	0,2	9,8
J-43	J-44	250	128,55	amiante ciment	140	0,2	9,8
J-44	J-45	200	246,8	amiante ciment	140	0,55	9,8
J-39	J-46	300	341,44	amiante ciment	140	0,48	8,4
J-46	J-47	200	203,64	amiante ciment	140	0,48	8,4
J-47	J-48	100	208,33	amiante ciment	140	0	0
J-47	J-49	200	419,72	amiante ciment	140	0,48	8,4
J-1	R-1	500	106,22	amiante ciment	140	0,58	-114,8

NB : diamètre en jaune corriger

Tableau VI -4: parameters hydrauliques du réseau de distribution actuel après la correction des diameters

Borne	Élévation (m)	charge hydraulique (m)	Débit (L/s)	Pression (bars)
J-1	74,4	174,94	0	9,8
J-2	74,3	174,85	14	9,8
J-3	75,53	174,66	7	9,7
J-4	76	174,62	6,3	9,7
J-5	76,58	174,62	0	9,6
J-6	76,8	174,62	0	9,6
J-7	71,28	174,82	0	10,1
J-8	70,82	174,82	0	10,2
J-9	69,72	174,82	0	10,3
J-10	69,56	174,82	0	10,3
J-11	69,41	174,69	0	10,3
J-12	70,5	174,66	4,69	10,2
J-13	70,76	174,55	8,4	10,2
J-14	71,77	174,55	0	10,1
J-15	71	174,55	0	10,1
J-16	71,27	174,55	0	10,1
J-17	68,68	174,69	0	10,4
J-18	68,36	174,69	0	10,4

(la suite tableau VI -4)

Borne	Élévation (m)	charge hydraulique (m)	Débit (L/s)	Pression (bars)
J-19	68	174,69	0	10,4
J-20	68	174,69	0	10,4
J-21	68,54	174,38	0	10,4
J-22	68	174,33	0	10,4
J-23	68,15	174,27	0	10,4
J-24	68	174,27	0	10,4
J-25	68,41	173,93	3,92	10,3
J-26	69,3	173,93	0	10,2
J-39	68,06	174,32	11,34	10,4
J-41	67	174,24	0	10,5
J-27	66,73	174,13	0	10,5
J-28	67,13	174,13	0	10,5
J-29	66,62	174,05	13,3	10,5
J-30	65,61	173,89	0	10,6
J-31	65	173,76	0	10,6
J-32	65	173,68	6,09	10,6
J-33	65	173,53	0	10,6
J-34	65	173,51	6,51	10,6
J-35	64,7	172,37	7,56	10,5
J-36	64,49	174,18	0	10,7
J-37	64,22	174,14	0	10,8
J-38	64,5	173,31	7,49	10,6
J-39	63,36	174,17	0	10,8
J-40	62,88	174,14	0	10,9
J-41	62	174,12	0	11
J-42	62,06	174,1	0	11
J-43	62,03	174,08	0	11
J-44	61	174,05	0	11,1
J-45	60	173,51	9,8	11,1
J-46	60,93	173,6	0	11
J-47	59,88	173,26	0	11,1
J-48	57,21	173,26	0	11,4
J-49	62	172,56	8,4	10,8

D'après les tableaux ci-dessus, on a amélioration des vitesse mais certains tronçons restent faible(0.2a0.96m/s de 40% et de 2208,39ml) parce qu'on consedèr que les deux cas fonctionnent .

Si on améliore les vitesse de réseau actuel, les vitesse de réseau total trop élevés (non admissible) , les pressions excellentes (9.6à11.4bars).

Figure VI -4: réseau d'irrigation actuel après la correction des diameters (viteese)

Figure VI -5: réseau d'irrigation actuel après la correction des diameters (debit)

Figure VI -6: réseau d'irrigation actuel après la correction des diameters (pression)

Figure VI -7: réseau d'irrigation actuel après la correction des diameters

Tableau VI -5: paramètres hydrauliques du réseau de distribution total après la correction des diameters.

Tronçon		Diamètre (mm)	Longueur (m)	matériaux	Coefficient Hazan-Williams C	vitesse (m/s)	Débit (L/s)
J-1	J-2	300	161,73	amiante ciment	140	0,37	25,9
J-2	J-3	300	197,24	amiante ciment	140	0,74	23,1
J-3	J-4	250	198,11	amiante ciment	140	0,51	16,1
J-4	J-5	150	186,83	amiante ciment	140	0,55	9,8
J-5	J-6	150	131,97	amiante ciment	140	0,4	7
J-1	J-7	500	332,7	amiante ciment	140	1,17	229,53
J-7	J-8	250	207,78	amiante ciment	140	0,47	23,1
J-8	J-9	200	332,16	amiante ciment	140	0,51	16,1
J-9	J-10	150	271,4	amiante ciment	140	0,36	6,3
J-7	J-11	500	356,33	amiante ciment	140	1,05	206,43
J-11	J-12	250	93,96	amiante ciment	140	0,53	26,18
J-12	J-13	250	249,45	amiante ciment	140	0,68	21,49
J-13	J-14	200	165,82	amiante ciment	140	0,42	13,09
J-14	J-15	200	49,39	amiante ciment	140	0,42	13,09
J-15	J-16	200	62,3	amiante ciment	140	0,42	13,09
J-11	J-17	200	217,07	amiante ciment	140	0,55	17,36
J-17	J-18	125	177,32	amiante ciment	140	0,75	9,17
J-18	J-19	125	69,55	amiante ciment	140	0,75	9,17
J-19	J-20	125	18,92	amiante ciment	140	0,75	9,17
J-11	J-21	400	383,18	amiante ciment	140	1,3	162,89
J-21	J-22	250	113,4	amiante ciment	140	1,37	24,22
J-22	J-23	250	168,89	amiante ciment	140	0,95	16,8
J-23	J-24	100	129,8	amiante ciment	140	0,31	2,45
J-23	J-25	200	115,3	amiante ciment	140	1,83	14,35
J-25	J-26	200	237,7	amiante ciment	140	0,59	10,43
J-21	J-39	400	85,75	amiante ciment	140	1,1	138,67
J-39	J-41	400	141,43	amiante ciment	140	1,01	127,33
J-41	J-27	300	159,03	amiante ciment	140	0,57	40,18
J-27	J-28	150	157,36	amiante ciment	140	0,38	6,72
J-27	J-29	300	107,65	amiante ciment	140	0,47	33,46
J-29	J-30	250	220,06	amiante ciment	140	0,41	20,16
J-30	J-31	250	191,32	amiante ciment	140	0,41	20,16
J-31	J-32	250	116,01	amiante ciment	140	0,41	20,16
J-32	J-33	250	133,81	amiante ciment	140	0,45	14,07
J-33	J-34	250	23,6	amiante ciment	140	0,37	6,51

(la suite tableau VI -5)

Tronçon		Diamètre (mm)	Longueur (m)	matériaux	Coefficient Hazan-Williams C	vitesse (m/s)	Débit (L/s)
J-33	J-35	200	117,25	amiante ciment	140	0,96	7,56
J-41	J-36	400	590,34	amiante ciment	140	0,69	87,15
J-36	J-37	200	127,25	amiante ciment	140	0,48	14,98
J-37	J-38	125	250,86	amiante ciment	140	0,61	7,49
J-36	J-39	400	39,81	amiante ciment	140	1,02	72,17
J-39	J-40	300	131,86	amiante ciment	140	0,76	37,17
J-40	J-41	250	161,19	amiante ciment	140	0,61	29,89
J-41	J-42	250	100,52	amiante ciment	140	0,43	21
J-42	J-43	250	105,06	amiante ciment	140	0,43	21
J-43	J-44	250	128,55	amiante ciment	140	0,43	21
J-44	J-45	200	246,8	amiante ciment	140	0,55	9,8
J-39	J-46	300	341,44	amiante ciment	140	1,98	35
J-46	J-47	200	203,64	amiante ciment	140	1,74	30,8
J-47	J-48	100	208,33	amiante ciment	140	1,07	8,4
J-47	J-49	200	419,72	amiante ciment	140	0,48	8,4
J-1	R-1	500	106,22	amiante ciment	140	1,3	-255,43
J-33	J-35	200	117,25	amiante ciment	140	0,96	7,56
J-41	J-36	400	590,34	amiante ciment	140	0,69	87,15
J-36	J-37	200	127,25	amiante ciment	140	0,48	14,98
J-37	J-38	125	250,86	amiante ciment	140	0,61	7,49
J-36	J-39	400	39,81	amiante ciment	140	1,02	72,17
J-39	J-40	300	131,86	amiante ciment	140	0,76	37,17
J-40	J-41	250	161,19	amiante ciment	140	0,61	29,89
J-41	J-42	250	100,52	amiante ciment	140	0,43	21
J-42	J-43	250	105,06	amiante ciment	140	0,43	21
J-43	J-44	250	128,55	amiante ciment	140	0,43	21
J-44	J-45	200	246,8	amiante ciment	140	0,55	9,8
J-39	J-46	300	341,44	amiante ciment	140	1,98	35
J-46	J-47	200	203,64	amiante ciment	140	1,74	30,8
J-47	J-48	100	208,33	amiante ciment	140	1,07	8,4
J-47	J-49	200	419,72	amiante ciment	140	0,48	8,4
J-1	R-1	500	106,22	amiante ciment	140	1,3	-255,43

Tableau VI -6: paramètres hydrauliques du réseau de distribution total après la correction des diameters.

Borne	Élévation (m)	charge hydraulique (m)	Débit (L/s)	Pression (bars)
J-1	74,4	174,72	0	9,8
J-2	74,3	174,65	2,8	9,8
J-3	75,53	174,12	7	9,6
J-4	76	173,85	6,3	9,6
J-5	76,58	173,43	2,8	9,5
J-6	76,8	173,27	7	9,4
J-7	71,28	174	0	10,1
J-8	70,82	173,81	7	10,1
J-9	69,72	173,36	9,8	10,1
J-10	69,56	173,09	6,3	10,1
J-11	69,41	173,36	0	10,2
J-12	70,5	173,26	4,69	10,1
J-13	70,76	172,67	8,4	10
J-14	71,77	172,52	0	9,9
J-15	71	172,47	0	9,9
J-16	71,27	172,41	13,09	9,9
J-17	68,68	173,02	8,19	10,2
J-18	68,36	172,18	0	10,2
J-19	68	171,84	0	10,2
J-20	68	171,75	9,17	10,2
J-21	68,54	172,06	0	10,1
J-22	68	170,71	7,42	10,1
J-23	68,15	169,7	0	9,9
J-24	68	169,54	2,45	9,9
J-25	68,41	165,96	3,92	9,5
J-26	69,3	165,36	10,43	9,4
J-39	68,06	171,84	11,34	10,2
J-41	67	171,54	0	10,2
J-27	66,73	171,37	0	10,2
J-28	67,13	171,2	6,72	10,2
J-29	66,62	171,29	13,3	10,2
J-30	65,61	171,14	0	10,3
J-31	65	171	0	10,4
J-32	65	170,92	6,09	10,4
J-33	65	170,78	0	10,4
J-34	65	170,76	6,51	10,4
J-35	64,7	169,62	7,56	10,3

(la suite tableau VI -6)

Borne	Élévation (m)	charge hydraulique (m)	Débit (L/s)	Pression (bars)
J-36	64,49	170,91	0	10,4
J-37	64,22	170,75	7,49	10,4
J-38	64,5	169,93	7,49	10,3
J-39	63,36	170,78	0	10,5
J-40	62,88	170,5	7,28	10,5
J-41	62	170,26	8,89	10,6
J-42	62,06	170,19	0	10,6
J-43	62,03	170,11	0	10,6
J-44	61	170,01	11,2	10,7
J-45	60	169,46	9,8	10,7
J-46	60,93	162,77	4,2	10
J-47	59,88	159	14	9,7
J-48	57,21	156,5	8,4	9,7
J-49	62	158,3	8,4	9,4

D'après les tableaux ci-dessus, on a des vitesses faibles (0,2 à 0,96 m/s) de 40% et de 2208,39 m de longueur, les pressions excellentes (9,6 à 11,4 bars).

Figure VI -8: réseau d'irrigation total après la correction des diameters (vitesse)

Figure VI -9: réseau d'irrigation total après la correction des diameters (debit)

Figure VI -10: réseau d'irrigation total après la correction des diameters (pression)

VI-2 -Pilotage d'irrigation :

L'utilisation d'un réseau d'irrigation par aspersion ou localisé par un agriculteur ne signifie pas pour autant une réduction de sa consommation en eau. Pour faire face au risque d'une sous irrigation, les agriculteurs ont tendance à sur irriguer. Nous proposons de donner aux agriculteurs les informations indispensables pour un pilotage fin des irrigations.

Des travaux ont été réalisés par différents organismes de recherche et développement visant à proposer aux agriculteurs des méthodes de pilotage de leur irrigation (méthodes permettant de juger de l'opportunité d'irriguer). Parmi ces méthodes la tensiométrie et la méthode du bilan hydrique sont considérées comme étant les plus opérationnelles.

VI-2-1- le tensiomètre :

Le tensiomètre c'est un appareil qui permet de mesurer la charge hydraulique du sol Ψ . il est constitué d'une bougie en céramique poreuse fixée à l'extrémité d'un tube, enfoncée dans le sol à la profondeur souhaitée. Le tube ainsi que la bougie est rempli d'eau dégazée et l'ensemble est hermétiquement fermé par un bouchon et relié par un capillaire à un manomètre.

Le système ainsi mis en place autorise des échanges osmotiques à travers la paroi poreuse. Une certaine quantité d'eau sort du tensiomètre jusqu'à ce que la dépression équilibrée par la colonne de mercure soit égale au potentiel de l'eau dans le sol.

Si l'humidité du sol vient à baisser, l'eau diffuse à travers la bougie poreuse vers le milieu environnant : il se produit une dépression à l'intérieur du système mise en évidence par le manomètre. De même le sol s'humidifie, lorsqu'il est saturé, elle est nulle.

Les tensiomètres sont des appareils simple, mais la gamme de potentiel qu'ils permettent de mesurer dépend du type de tensiomètre utilisé, il est Limité à $\Psi > 0,09$ MPa (90centibars) pour les tensiomètres à manomètre, pour les sonde watermark il peut aller jusqu'à 150 centibars.

L'utilisation du tensiomètre présente quelques difficultés liées au désamorçage et la mise en fonctionnement.

Le temps de réponse d'un tensiomètre est lent, cela est dû au amortissement provoqué par la paroi poreuse, des variations brusques de tension ne sont donc décelées qu'au bout de plusieurs heures.

VI-2-2 -installation du tensiomètre :

- La première étape consiste à forer un trou à l'aide de la tarière.
- le tube est rempli d'eau distillée puis mise sous pression par aspirante autobloquante afin d'éliminer l'air de la céramique poreuse.
- on introduit ensuite le tube en céramique dans le trou.
- le tube est bouché et isolé de l'extérieur.
- après un certain temps, on mesure à l'aide d'un tensiomètre à aiguille la valeur de la tension selon la tranche de sol.

Ces appareils nécessitent de l'entretien et d'être purgés périodiquement pour éliminer l'air dissous qui peut y pénétrer à la suite d'une irrigation.

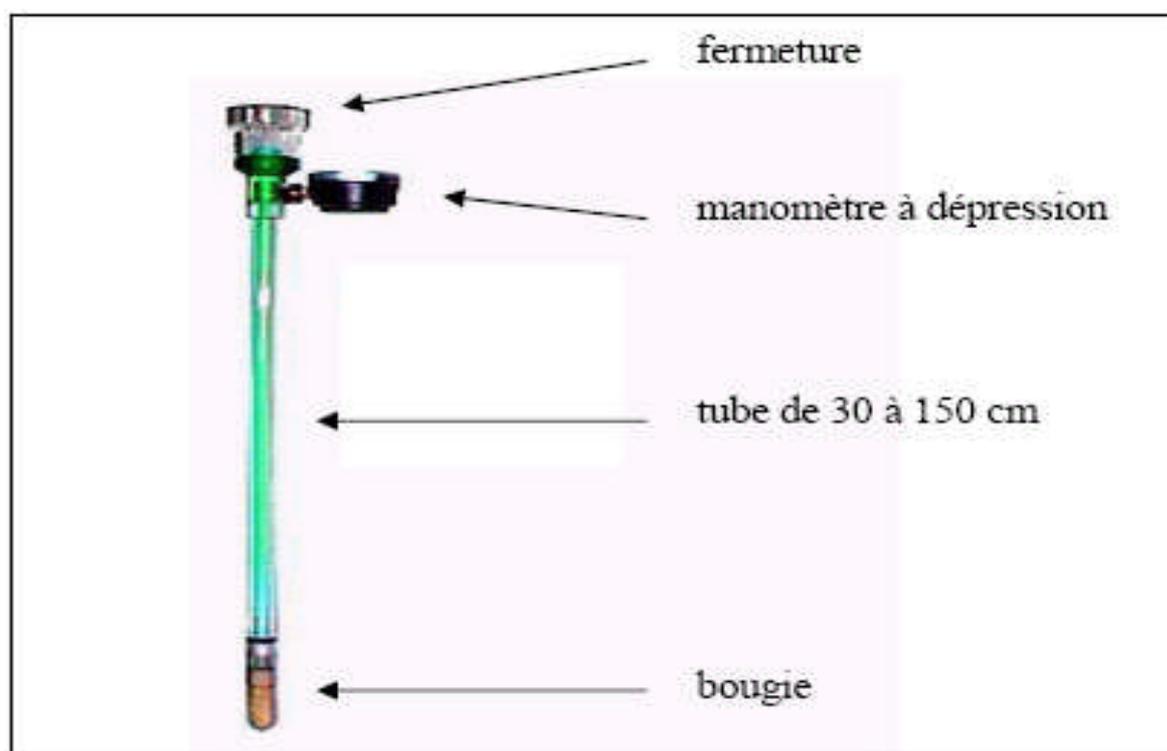


Figure VI -11 : Schéma d'un tensiomètre à manomètre.

VI-2-3 -méthode de Pilotage :

Il est difficile à apprendre aux agriculteurs le calcul de besoin en eau des cultures et de la fréquence d'arrosage, ou la méthode du bilan hydrique. La meilleure méthode est de leur apprendre le pilotage par tensiométrie.

Les sondes tensiométriques permettent de suivre au jour le jour l'évolution de la disponibilité de l'eau dans le sol pour la plante on peut également déterminer le stress hydrique et le moment propice à l'irrigation il indique donc le moment de déclenchement de l'irrigation.

Les sols sableux sont irrigués lorsque la tension de l'eau du sol atteint 15-25 centibars, on irrigue les sols limoneux à partir de 20-25 centibars, dans le sol argileuse l'étalonnage du tensiomètre est indispensable.

Des expérimentations seront nécessaires afin d'étudier l'utilisation de l'eau pour les différentes cultures afin de fournir des références pour le pilotage tensiométrique d'une large gamme de cultures (position et profondeur des capteurs, seuil de déclenchement des irrigations, ...). Des démonstrations seront également à réaliser chez les agriculteurs.

Le pilotage d'irrigation par tensiométrie n'est pas une méthode idéale mais permet de franchir la première étape pour une amélioration de la pratique d'irrigation.

D'autre méthode de pilotage à signaler (PEPISTTA) méthode sont coûteuse.

VI-3 -Borne d'irrigation :

Pour éviter le gaspillage inapproprié, seul l'utilisation de compteurs permet d'estimer le débit distribué par les agriculteurs.

Une fenêtre sera ainsi découpée dans le couvercle de la borne d'irrigation afin de donner un accès visuel au compteur à l'agriculteur. Pour éviter les risques de détérioration, la fenêtre sera recouverte par une grille.

Un piquage pour un manomètre sera mis en place à l'extérieur de la borne d'irrigation Pour que l'agriculteur puisse suivre la pression qu'il reçoit ou qu'il utilise.

Une formation doit être dispensée pour apprendre aux agriculteurs à lire la pression et les débits ainsi qu'à interpréter les mesures réalisées.

VI-4 -Entretien et maintenance des systèmes d'irrigation :

Un bon entretien des systèmes d'irrigation est indispensable si on veut maintenir le potentiel d'économie d'eau et éviter le gaspillage.

Parmi les principaux problèmes relatifs à l'entretien du système d'irrigation, on retiendra :

- l'état défectueux des régulateurs de pression ou des limiteurs de débits.

Ces éléments conduisent notamment à une réduction de la durée de vie du matériel, une dérégulation de l'uniformité spatiale de la répartition d'eau, une surconsommation d'eau, des problèmes de distribution d'eau (qui peuvent pénaliser les exploitants situés en extrémité du système d'adduction) et des conflits d'usagers.

Pour éviter ces problèmes, il faut dès lors :

- entretenir le réseau d'irrigation : remplacement joints et bétons endommagés et/ou colmatage des fissures ; remplacement et/ou nettoyage filtres et grilles ; nettoyage, débouchage et ou curage.
- entretenir les berges.
- surveiller de la qualité des eaux.
- planifier les opérations .
- budgétiser le coût des opérations .

La non budgétisation du coût et la non planification routinière de l'entretien des infrastructures et des systèmes constituent généralement un frein au développement de ces techniques.

Enfin, la mise en place d'infrastructure d'irrigation s'accompagne impérativement de la mise en place d'une structure de gestion, organe représentatif de l'ensemble des exploitants qui gère au jour le jour le bon fonctionnement du périmètre d'irrigation.

La mise en place d'une telle structure avec des statuts bien définis permet de réguler les conflits d'usagers, l'adéquation entre les intérêts individuels et le caractère collectif de certaines infrastructures, les stratégies de suivi et d'entretien des équipements.

VI-4-1- Irrigation localisée :

1) Contrôle filtres:

Il convient de nettoyer régulièrement les filtres et de veiller à l'état d'encrassement du filtre à sable (qui doit être changé au moins tous les 2 ans) et à l'état des tamis.

2) entretien des ouvrages de stockage.

3) Purge des canalisations

Les purges des canalisations sont un élément important dans la maintenance des réseaux. Elles sont effectuées de l'amont vers l'aval en commençant par la canalisation principale puis les canalisations secondaires et les rampes. Il est nécessaire de purger :

-Lors de la première mise en eau et après chaque réparation.

-En début et en fin de campagne.

-En cours de campagne.

4) contrôler l'obstruction des distributeurs

-pour l'obstruction physique (proviennent des particules fines) il faut d'abord choisir une filtration adaptée, ensuite augmenter la pression de service (si c'est possible) pour chasser les sédiments et terminer par une purge générale du réseau.

-pour l'obstruction chimique (fait du dépôt du calcaire) le moyen efficace est d'injecter par une pompe doseuse de l'acide nitrique (36°Baumé, densité =1,33) à une concentration de 2 ‰ à 3 ‰ (2 à 3 l/m³) pendant le temps nécessaire au remplissage complet du réseau, puis purger les rampes.

-pour l'obstruction biologique (fait d'algues et de bactéries microscopiques qui traversent les filtres et se développent par la suite, la lutte consiste à injecter de l'eau de javel (12° chlorométrique) aux doses de 25 à 250 cm³ par m³ d'eau, puis purger les rampes.

VI-4-2-Irrigation par aspersion :

Dans la couverture partielle, l'entretien des asperseurs est une étape primordiale,

il s'agit de :

1) Vérifier l'usure des buses.

2) Remplacer toutes la buse en laiton usés.

3) remplacer toutes les buses en plastique fissurées, craquelées ou usée.

4) vérifier la rotation de chaque asperseur en poussant le bras vers la droite de 10 cm puis en le libérant.

5) la tête de l'asperseur doit se déplacer librement et sans à-coups sur plusieurs centimètres.

Reprendre la manœuvre et s'assurer que la rotation est la même chaque fois que l'asperseur est libéré. S'il n'est pas animé d'un mouvement uniforme, remplacer la tête de l'asperseur.

L'irrigation par aspersion est recommandée dans les cas de sols à faible profondeur, de sols légers et perméables, en cas de relief trop accidenté ainsi qu'en cas d'utilisation d'eau salée.

-Après la correction des diamètres à l'aide du logiciel **WATERCAD** les diamètres qui change sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau V-7 : les diamètres changeable.

Diamètre (mm)	Longueur (m)
200	300
150	1464,76
100	0
300	39,81
250	131,86

Conclusion :

Il n'y pas une méthode type d'irrigation, Chaque projet doit être bien réfléchi et quelque soit le système choisi, la gestion du pilotage de l'irrigation doit être rigoureuse et régulière. Au cours de ce chapitre, on proposer une réseau d'irrigation secondaire spéciale a utiliser uniquement pommier quand l'eau provenant du barrage El-Moustakbel est faible,(l'eau la plus porches le volume mort ,donc l'eau charger qui implique risque depot dans les canalisations.et pour le réseaux existant en considerant les 2 cas de fonctionnement (actuel et total, integration de toutes les bornes) on a fait la correction des diameters.

Conclusion générale:

A la fin de ce travail on peut conclure, La Mitidja ouest (tranche II) a été découpée en EAC et EA1 selon la nouvelle réorganisation des terres. Ce découpage a généré des exploitations agricoles non équipées, d'autres chevauchées par une seule antenne, vu que la trame hydraulique n'a pas été prise en considération, le périmètre est riche en ressources d'eau superficielle (eau du barrage) et également les eaux souterraines (deux réserves quaternaires), l'étude climatique montre que on est semi aride, donc l'irrigation est indispensable, peut être que le pilotage d'irrigation n'est pas la méthode idéal, vue autres technique plus sophistiqué mais c'est départ et une étape importante à une bonne maîtrise des technique d'irrigation, L'étude montre qu'on a un sol lourd (argilo limoneuse), avec une faible quantité de matière organique et assez imperméable, le taux de calcaire assez élevé. La conductivité électrique est (moyenne ou bien faible), L'étude hydrogéologique indique une nappe profonde, donc comme avantage pour nous le problème de la remontée de la nappe est éliminé et n'influe pas sur la zone des racines. Par l'ajustement par la loi de Gauss on a déterminé la série pluviométrique annuelle qu'on doit prendre pour notre calcul, L'étude hydrologique nous permet de choisir la serie pluviométrique annuelle qu'on doit prendre pour le calcul,

Le foncier appartient maintenant au privé, le prix de l'eau est dérisoire, en comparaison aux coûts investissements même ONID qui est en principe à caractère d'E.P.I.C n'arrive pas à assurer son fonctionnement avec les tels prix de plus elle ne peut appliquer le prix réel du coût de revient du m³ d'eau qui serait trop cher pour les agriculteurs.

nous avons proposé des améliorations de la situation,

-pour la pratique d'irrigation la meilleure méthode est d'utiliser le pilotage par tensiométrie, vu sa facilité à réaliser, sa malléabilité, et sa fiabilité.

- Une étude de faisabilité de la tensiométrie est à réaliser.
- vu les dimensionnes proposées on aboutie à une économie d'eau, une uniformité d'arrosage et un déplacement de matériel réduit.
- un contrôle technique est indispensable pour la fiabilité des réseaux d'irrigation localisée.
- l'utilisation des techniques d'irrigation nécessite un entretien périodique en tenant compte de la qualité des eaux utilisées.
- une vulgarisation périodique par les chambres d'agriculteurs et les associations des irrigants est indispensable.

Apartir des resultat de la simulation (avant la correction des diamètre) ,on a des vitesses faible dans le réseau de distribution actuel et dans le cas pommier la vitesse est très faible , et concernant le réseau total la vitesse est bonne ,les pressions sont bonnes pour tous les 3 cas . Après la simulation , on a obtenu une amelioration des vitesse et les pression restent toujours excellentes

On proposent une réseau d'irrigation secondaire spéciale a utiliser uniquement pommier quand l'eau provenant du barrage El-Moustakbel est faible,(l'eau la plus porches le volume mort ,donc l'eau charger qui implique risque depot dans les canalisations.et pour le réseaux existant en considerant les 2 cas de fonctionnement (actuel et total, integration de toutes les bornes) on a fait la correction des diameters.qui permettra au fonctionnement correct du réseau.

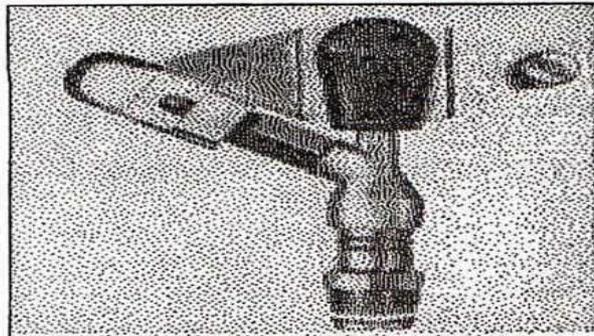
BIBLIOGRAPHIE

- Ammar, H. (2005) Diagnostic des pratiques de l'irrigation par les techniques de la micro-irrigation et de l'aspersion (Cas du périmètre de la Mitidja ouest tranche II). Mémoire de fin d'étude, ENSH ,Blida.
- Benina ,T(2004) Manuel pratique d'hydrologie.
- Chali.H.(2003) Equipement en matériel d'irrigation (choix et dimensionnement du réseau) d'une parcellaire située a hauteur de la station A.G.I.D El Afroun Mitidja ouest. Mémoire de fin d'étude, ENSH ,Blida.
- Delphine Leenhardt , Flavie Cernesson , Jean-François Mari et Delphine Mesmin Institut National de la Recherche Agronomique, UMR 1248 AgRosystèmes Cultivés et HERbagers, BP 27, 31326 Castanet Tolosan Cédex Ecole Nationale du Génie Rural et des Eaux et Forêts, UMR TETIS Territoires
- Jean Robert ,T (1998) Traité d'irrigation, France.
- J.E. Bergez (AGIR), F. Garcia (BIA), A. Reynaud (LERNA), Analyse et modélisation des choix d'assolement d'une exploitation agricole de grande culture INRA (EA, SAE2), ARVALIS, CETIOM.
- Medjbour, F. (2005) Etude d'irrigation d'une parcelle située au secteur C (Mitidja ouest –tranche II-) par micro-irrigation. Mémoire de fin d'étude, ENSH ,Blida.
- Projet INCO-WADEMED Actes du S´ séminaire Modernisation de l' Agriculture Irrigué Rabat, du 19 au 23 avril 2004 1 Office R´ régional de Mise en Valeur Agricole du Gharb, 22, Rue Idriss Al Akbar, BP 79, K´ enitra, Maroc E-mail : taky abdelilah@yahoo.fr.
- T. Hartani, A. Douaoui, M. Kuper, (éditeurs scientifiques) 2009.Economies d'eau en systèmes irrigués au Maghreb. Actes du quatrième atelier régional du projet Sirma, Mostaganem, Algérie, 26-28 mai 2008. Cirad, Montpellier, France, colloques-cédérom.
- Yacini .N. (2005) Caractéristique du parcellaire des exploitations de la Mitidja oust (tranche II) en adéquation avec le réseau d'irrigation du périmètre. Mémoire de fin d'étude, ENSH ,Blida.

Annexes

Tube PE eau d'irrigation:

	SDR 7.4		SDR 9		SDR 11		SDR 13.6		SDR 17	
PE 80	PN 20		PN 16		PN 12.5		PN 10		PN 8	
PE 100	PN 25		PN 20		PN 16		PN 12.5		PN 10	
	e _{min}	e _{max}								
16	2.3	2.7	2.0	2.3	-	-	-	-	-	-
20	3.0	3.4	2.3	2.7	2.0	2.3	-	-	-	-
25	3.5	4.0	3.0	3.4	2.3	2.7	2.0	2.3	-	-
32	4.4	5.0	3.6	4.1	3.0	3.4	2.4	2.8	2.0	2.3
40	5.5	6.2	4.5	5.1	3.7	4.2	3.0	3.5	2.4	2.8
50	6.9	7.7	5.6	6.3	4.6	5.2	3.7	4.2	3.0	3.4
63	8.6	9.6	7.1	8.0	5.8	6.5	4.7	5.3	3.8	4.3
75	10.3	11.5	8.4	9.4	6.8	7.6	5.6	6.3	4.5	5.1
90	12.3	13.7	10.1	11.3	8.2	9.2	6.7	7.5	5.4	6.1
110	15.1	16.8	12.3	13.7	10.0	11.1	8.1	9.1	6.6	7.4
125	17.1	19.0	14.0	15.6	11.4	12.7	9.2	10.3	7.4	8.3
160	21.9	24.2	17.9	19.8	14.6	16.2	11.8	13.1	9.5	10.6
200	27.4	30.3	22.4	24.8	18.2	20.2	14.7	16.3	11.9	13.2
250	34.2	37.8	27.9	30.8	22.7	25.1	18.4	20.4	14.8	16.4
315	43.1	47.6	35.2	38.9	28.6	31.6	23.2	25.7	18.7	20.7
400	54.7	60.3	44.7	49.3	36.3	40.1	29.4	32.5	23.7	26.2
500	-	-	55.8	61.5	45.4	50.1	36.8	40.6	29.7	32.8
630	-	-	-	-	57.2	63.1	46.3	51.1	37.4	41.3



Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30

1 buse
angle de jet 30°
Raccord fileté 1"

Ø de la buse mm	pression à la buse bar	portée m	débit m³/h	espacement m		surface irriguée m²		densité d'aspersion mm/h	
				□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.
4,0	2,5	13	0,93	12/18	18/18	216	324	4,3	2,88
	3,0	14,5	1,02	18/18	18/24	324	432	3,16	2,36
	3,5	15,3	1,11	18/18	18/24	324	432	3,42	2,57
	4,0	16	1,19	18/18	18/24	324	432	3,71	2,76
4,2	2,5	13,5	1,04	12/18	18/24	324	432	4,8	2,42
	3,0	15	1,14	18/18	18/24	216	432	3,52	2,64
	3,5	15,8	1,23	18/18	18/24	324	432	3,8	2,85
	4,0	16,5	1,32	18/24	24/24	324	576	3,06	2,3
4,5	2,5	14	1,20	18/18	18/24	432	432	3,71	2,78
	3,0	15,5	1,32	18/18	18/24	324	432	4,07	3,05
	3,5	16,3	1,42	18/18	18/24	324	432	4,38	3,29
	4,0	17	1,52	18/24	24/24	324	576	3,52	2,64
4,8	2,5	14,5	1,38	18/18	18/24	432	432	4,27	3,2
	3,0	16	1,51	18/18	18/24	324	432	4,66	3,6
	3,5	16,5	1,63	18/24	24/24	324	576	3,78	2,82
	4,0	17	1,75	18/24	24/24	432	576	4,05	3,04
5,0	2,5	14,5	1,48	18/18	18/24	432	432	4,57	3,43
	3,0	16,5	1,63	18/18	18/24	432	432	5,04	3,77
	3,5	17	1,76	18/24	24/24	324	576	4,08	3,05
	4,0	17,5	1,88	18/24	24/24	324	576	4,35	3,26
5,5	2,5	15,2	1,82	18/18	18/24	432	432	5,62	4,22
	3,0	17	1,99	18/24	24/24	432	576	4,61	3,46
	3,5	17,5	2,14	18/24	24/24	324	576	4,95	3,71
	4,0	18	2,29	18/24	24/24	432	576	5,31	3,98
6,0	2,5	16,2	2,16	18/24	24/24	432	576	5,00	3,75
	3,0	17,5	2,37	18/24	24/24	432	576	5,50	4,12
	3,5	18	2,56	18/24	24/24	432	576	5,92	4,43
	4,0	18,5	2,74	18/24	24/24	432	576	6,35	4,76
7,0	2,5	17,5	2,96	18/24	24/24	432	576	6,9	5,1
	3,0	18,0	3,22	18/24	24/24	432	576	7,5	5,6
	3,5	18,5	3,48	24/24	24/24	576	576	6,0	6,0
	4,0	19,0	3,73	24/24	24/30	576	720	6,5	6,2

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)

Culture	InhV	Dérd	Mi	Arrière	Total	Date Plant	Région
Lin	25	35	50	40	150	Avril	Europe
	30	40	100	50	220	Octobre	Arizona
Maïs (doux)	20	20	30	10	80	Mars	Philippines
	20	25	25	10	80	Mai/Juin	Méditerranéen
	20	30	50/30	10	90	Oct/Déc	Climats arides
Maïs (grain)	30	50	60	40	180	Avril	Afrique de l'Est (ait.)
	25	40	45	30	140	Déc/Jan	Climats arides
	20	35	40	30	125	Juin	Nigeria (humide)
	20	35	40	30	125	Octobre	Inde (sec, froid)
	30	40	50	30	150	Avril	Spain (spring, sum.)
Melon	25	35	40	20	120	Mai	Méditerranéen
	30	45	65	20	160	Déc/Jan	Régions arides
Mil	15	25	40	25	105	Juin	Pakistan
	20	30	55	35	140	Avril	USA (centre)
Oignon (sec)	15	25	70	40	150	Avril	Méditerranéen
	20	35	110	45	210	Octobre	Régions arides
Oignon (vert)	25	30	10	5	70	Avril/Mai	Méditerranéen
	20	45	20	10	95	Octobre	Régions arides
Pois	15	25	35	15	90	Mai	Europe
	20	30	35	15	100	Mars/Avril	Méditerranéen
Poivron	25/30	35	40	20	125	Avril/Juin	Europe & Méditerr.
	30	40	110	30	210	Octobre	Régions arides
Pomme de terre	25	30	30/45	30	115/130	Jan/Nov	Climats (semi)-arides
	25	30	45	30	130	Mai	Climat Continental
	30+15	35	50	30	145	Avril	Europe
Radis	10	10	15	5	40	Mars/Avril	Méditerr.: Europe
	10	10	15	5	40	Hiver	Régions arides
Ricin.	25	40	65	50	180	Mars	Climats (scmi)-arides
Soja (fève)	20	30/35	60	25	140	Mai	USA (Centre)
	20	25	75	30	150	Juin	Japon
Sorgho	20	35	40	30	130	Mai/Juin	USA, Pakis., Méd.
	20	35	45	30	140	Mars/Avril	Régions arides
Tomate	30	40	40	25	135	Janvier	Régions arides
	35	45	70	30	180	Oct/Nov	Régions arides
	30	40	45	30	145	Avril/Mai	Méditerranéen
Tournesol	25 „	35	45	25	130	Avril/Mai	Médit.; Californie

Source: Bulletin F
 Culture Profondeur d'enracinement m Fraction (p) de l'eau utilisable¹ « Y » Réserve d'eau facilement utilisable (p.Sa) « RFU »
 T.Cn T. moyenne T.grossière

Luzerne 1.0-2.0 0.55 110 75 35
 Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage u" 24, Tableau 22.

2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Dévelop-	saïson	Arrière saison	Récolte	
tropical subtropical	0.445 03-0.65	0.74.85 0.843	1.0-1.1 1.0-13	0.9-1.0 1.0-1.15	0.754.85 1.0-1.15	0.743 0354.95
Haricot Twt sec	034.4 034.4	0.654.75 0.743	0.95-1.05 1.05-13	034.95 0.654.75	0.854.95 03543	0354.9 0.743
Chou	0.4-03	0.743	0.95-1.1	03-13	03-0.95	0.743
Coton	0.4-03	0.743	1.05-135	0.843	0.654.7	034.9
Rûm	035-035	0.643	0.74.9	0.64.8	0354.7	0554.75
Arachide	0.4-03	0.743	0.95-1.1	0.75435	03543	0.7543
Maïc doux grain	03-03 03413*	0.743 0.74.85»	1.05-13 1.05-13*	1.0-1.15 03435	0.95-1.1 0354.6*	03435 0.754.9*
Oïgnoa MC vert	0.4-0.6 0.4-0.6	0.743 034.75	0.95-1.1 035-135	03543 035-135	0.75435 035-135	034.9 03543
Pou, frais	0.4-03	0.74.85	1.05-13	1.0-135	0.95-1.1	0.84.95
Poïvron, frais	03-0.4	034.75	0.95-1.1	035-1.0	0343	0.743
Pomme de terre	0.4-03	0.743	1.05-13	035435	0.74.75	0.7543
Riz	1.1-1.15	1.1-13	1.1-13	0.95-1.05	035-1.05	1.05-13
Carthame	034.4	0.743	1.05-13	0.654.7	0.2435	0.654.7
Sorgho	03-0.4	0.74.75	1.0-1.15	0.7543	03435	0.754.85
Soja	03-0.4	0.743	1.0-1.15	0.743	0.443	0.7543
Betterave sucrière	0.4-03	0.75435	1.05-13	0.9-1.0	034.7	0.84.9
Canne a sucre	0.4-03	0.7-13	1.0-13	0.754.8	034.6	035-1.05
Tournesol	030.4	0.743	1.05-13	0.743	0354.45	0.754.85
Tabac	034.4	0.743	1.0-13	03-13	0.75435	035435
Tomate	0.443	0.743	1.05-135	034.95	0.64.65	0.754.9
Pastèque	0.443	0.743	0.95-1.05	0.843	0.654.75	0.754.85
Hé	034.4	0.743	.05-13	0.654.75	03435	034.9
Lezerae	034.4				1.05-13	035-1.05
Agrumes sarclai sans sarclage						0354.75 03543
Olivier						0.44.6

Premier chiffre : avec forte humidité (HRmin > 70%) et vent faible (U < 5 m/sec).
 Second chiffre : avec faible humidité (HRmin < 20%) et vent fort (> 5 m/sec).

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage n° 33, Tableau 18.

5. **RESERVE D'HUMIDITE FACILEMENT UTILISABLE (RFU)**

Quand < 3 mm/jour, augmenter les valeurs de 30 % ; quand $ET^{\wedge} > 8$ mm/jour, réduire les valeurs

DONNEES GENERALES SUR LA PROFONDEUR D'ENRACINEMENT DES CULTURES EN PHASE DE PLEIN DEVELOPPEMENT, FRACTION DE L'EAU UTILISABLE (p) ET RESERVE FACILEMENT UTILISABLE (p.Sa) POUR DIFFERENTS TYPES DE SOLS (en mm/m de profondeur) QUAND $ET_{orit} = 5-6$ mmyjour

Culture	InhV	Dérd	Mi	Arrière	Total	Date Plant	Région
Lin	25	35	50	40	150	Avril	Europe
	30	40	100	50	220	Octobre	Arizona
Maïs (doux)	20	20	30	10	80	Mars	Philippines
	20	25	25	10	80	Mai/Juin	Méditerranée
	20	30	50/30	10	90	Oct/Déc	Climats arides
Maïs (grain)	30	50	60	40	180	Avril	Afrique de l'E
	25	40	45	30	140	Déc/Jan	Climats arides
	20	35	40	30	125	Juin	Nigeria (hum
	20	35	40	30	125	Octobre	Inde (sec, froid
	30	40	50	30	150	Avril	Spain (spring
Melon	25	35	40	20	120	Mai	Méditerranée
	30	45	65	20	160	Déc/Jan	Régions arides
Mil	15	25	40	25	105	Juin	Pakistan
	20	30	55	35	140	Avril	USA (centre)
Oignon (sec)	15	25	70	40	150	Avril	Méditerranée
	20	35	110	45	210	Octobre	Régions arides
Oignon (vert)	25	30	10	5	70	Avril/Mai	Méditerranée
	20	45	20	10	95	Octobre	Régions arides
Pois	15	25	35	15	90	Mai	Europe
	20	30	35	15	100	Mars/Avril	Méditerranée
Poivron	25/30	35	40	20	125	Avril/Juin	Europe & Méd
	30	40	110	30	210	Octobre	Régions arides
Pomme de terre	25	30	30/45	30	115/130	Jan/Nov	Climats (semi
	25	30	45	30	130	Mai	Climat Contin
	30+15	35	50	30	145	Avril	Europe
Radis	10	10	15	5	40	Mars/Avril	Méditerr.; Eu
	10	10	15	5	40	Hiver	Régions arides
Ricin.	25	40	65	50	180	Mars	Climats (scmi
Soja (fève)	20	30/35	60	25	140	Mai	USA (Centre)
	20	25	75	30	150	Juin	Japon
Sorgho	20.....	35	40	30	130	Mai/Juin	USA, Pakis., I
	20	35	45	30	140	Mars/ Avril	Régions arides
Tomate	30	40	40	25	135	Janvier	Régions arides
	35	45	70	30	180	Oct/Nov	Régions arides
	30	40	45	30	145	Avril/Mai	Méditerranée
Tournesol	25 „	35	45	25	130	Avril/Mai	Médit.; Califor
Source: Bulletin F	Profondeur d'enracinement m	Fraction (p) de l'eau utilisable ¹ « Y »	Réserve d'eau facilement utilisable (p.Sa) « RFU »				
Culture			T.Cn	T. moyenne	T.grossière		
Luzerne	1.0-2.0	0.55	110	75	35		
Banane	0.5-0.9	0.35	70	50	20		
Orge ²	1.0-1.5	0.35	110	75	35		
de 30 %. Ceci suppose des conditions non salines (CE < 2 dS/m).							
Des valeurs supérieures a celles indiquées ici sont observées durant la maturation.							
Sources: Taylor (1965), Smart et Hagan (1972), Salter et Goode (1967), Rijtema (1965), etc.							

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

1. DUREE DES PHASES DE DEVELOPPEMENT DES CULTURES

Culture	Init	Dévol	Mi	Arrière	Total	Date Plant	Région
Arachide	25	35	45	25	130	Saison sèche Mai/Juin	Afrique de l'Ouest Méditerranéen
	35	45	35	25	140		
Arochaud	40	40	250	30	360	Avr (1 an) Mai (2 yr)	Californie (couper en mai)
	20	40	220	30	310		
Aubergine	30	40	40	20	130	Octobre Mai/Juin	Régions arides : Méditerranéen
	30	45	40	25	140		
Betterave	15	25	20	10	70	Avr/Mai Fév/Mtrs	Méditerranéen Méditerr. & R. Arides
	25	30	25	10	90		
Betterave sucrier	45	75	80	30	230	Novembre	Méditerranéen
	25	35	50	50	160	Mai	Méditerranéen
	35	60	70	40	205	Novembre	Régions arides
Blé/Orge	15	25	50	30	120	Novembre.	Inde (Centrale)
	20	25	60	30	135	Mars/Avril	35-45 "Lut
	15	30	65	40	150	Juillet	Afrique de l'Est
Blé d'hiver	30	140	40	30	240	Novembre	Méditerranéen
Carotte	20	30	50/30	20	100	Oct/Jan	Climats arides
	30	40	60	20	150	Fév/Mars	Méditerranéen
Carthame	20	35	45	25	125	Avril	Californie, USA
	35	55	60	40	190	Oct/Nov	. Régions arides
Céleri	25	40	95	20	180	Oct	Climats (sensu>arides
	25	40	45	15	125	Avril	Méditerranéen
Céréales	20	30	60	40	150 ^{1''}	Avril	Méditerranéen
	25	35	65	40	165	Oct/Nov	Pakistan; Rég. arides
Citrouille	20	30	30	20	100	Mars, Août	Méditerranéen
	25	35	35	25	120	Juin	Europe
Concombre	20	30	40	15	105	Juin/Août	Régions arides
	25	35	50	20	130	Nov.Fév	Régions arides
Coton	30	50	60	55	195	Mart; Avr/Mai	Egypte; Pakistan
	30	50	60	55	195	Sept	. Yémen
	30	50	55	45	180	Avril	Texas
Courgette	25	35	25	15	100	Avril	Médit; R. Arides
	20	30	25	15	90	Mai/Juin	Médit; Europe
Crucifère»	20	30	20	10	80	Avril ;	Méditerranéen
	25	35	25	10	95	Février..	Méditerranéen
	30	35	90	40	195	Oct/Nov	Méditerranéen
Epinard	20	20	25	5	70	Avr; Sep/Oct	Méditerranéen
	20	30	40	10	100	Novembre	Régions arides
Haricot»	20.	30	40	20	110	Mai/Juin	Climats Continental
	15	25	35/50	20	95	Juin	Pakistan, Calif.
Haricot (vert)	20	30	30	10	90	Fév/Mars	Calif., Méditerranéen
	15	25	25	10	75	Août/Sep	Calif., Egypte, Liban
Laitue	20	30	15	10	75	Avril	Méditerranéen
	30	40	25	10	105	Nov/Jan	Méditerranéen
	25	35	30	10	100	Oct/Nov	Régions arides
Lentille	20	30	60	40	150	Avril	Europe
	25	35	70	40	170	Oct/Nov	Régions arides