

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

Département des Sciences Agronomiques



Projet de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER Académique

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Agronomie

Spécialité : Protection de la Ressource Sol-Eau et l'Environnement

Présente par : GOUBI Malika

LOUAZENE Naima

Thème

*Evaluation des quantités d'eau nécessaires aux irrigations
du palmier dattier et des cultures sous – jacentes (dans
l'exploitation agricole de l'I.T.A.S)*

Soutenu publiquement

Le /06/2013

Devant le jury :

M. SAKER M L (M.C.A)

Président UKM Ouargla

M. KAHELSEN C (M.A.A)

Encadreur UKM Ouargla

M. LADJICI AKE (M.A.A)

Examineur UKM Ouargla

Année universitaire : 2012/2013



Remerciement

Avant tout, nous remercierons Dieu tout puissant de nous avoir donné le courage, la force, la volonté et la patience pour réaliser ce travail.

*Au terme de ce modeste travail, nous tenons à remercier infiniment et avec gratitude **Mr. KAHELSEN.C.** Qui a accepté de nous encadrer, de diriger ce travail, et pour son aide très précieuse, et ses corrections sérieuses, qu'il nous a apportées et sa patience.*

*Nos vifs et sincères remerciements vont à **Mr. SAKER.M.L** pour son aide et pour avoir accepté de présider ce jury.*

*Nous remercions **Mr. LADJICIAKE** d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.*

Nous tenons à exprimer nos remerciements:

A tous les étudiants de la promotion 2012 - 2013.

A tous les enseignants des départements d'agronomie et de biologie.

*Nos remerciements vont également à tous le personnel de l'exploitation universitaire. Principalement **Mr. BOUCHOUCHA. Taher.***

En fin, nos remerciements vont à tout (es)les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.



Liste des tableaux :

Tableau	Titre	Page
01	Analyses physiques du sol (Granulométrie)	30
02	Caractéristiques chimiques du sol	30
03	Caractéristiques techniques des systèmes d'irrigation	41
04	Valeurs moyennes des paramètres (ETP. Dr. Inf. RU. Ge. Pluie) sur 10 ans par l'ONM	49
05	Valeurs du bilan hydrique des différentes cultures et leurs moyennes	51
06	Valeurs du bilan hydrique par rapport à l'ETP de Turc	53
07	Valeurs du bilan hydrique par rapport à l'ETP de THornthwaite	53
08	Le bilan hydrique par rapport à l'ETP de l'évaporomètre	54
09	Le bilan hydrique par rapport à l'ETP de bac classe « A »	54
10	Le bilan hydrique par rapport à l'ETP de Piche	54
11	Le bilan hydrique par rapport à l'ETP de Blaney et Cridele	55
12	Tableaux récapitulatifs	56

Liste des figures :

Figure	Titre	Page
01	Le tensiomètre	10
02	Case de lysimétrie	13
03	Méthodologie de travail	24
04	Situation géographique de l'exploitation de l'université de Ouargla	28
05	Représentation graphique des valeurs d'évaporation par l'évaporomètre durant la période d'essai	31
06	Représentation du secteur A de l'exploitation de l'I-T-A-S	42
07	Protocole expérimentale	43
08	Représentation graphique des valeurs moyennes de l'ET _o sur 10 ans de la région de Ouargla	49
09	Représentation graphique des valeurs moyennes de la pluie sur 10 ans de la région de Ouargla	50

Liste des photos

Photo	Titre
01	bac Colorado
02	bac I.N.A
03	Pupitre des données : Humidité, Température, Vent, Ensellement, Luminosité.
04	Plant avant le repiquage (piment).
05	Protocole expérimentale : Blé, Orge, Oignon.
06	La parcelle sujette à une forte salinité
07	Cultures de l'oignon
08	Cultures du piment

ABREVIATIONS :

Abréviations	SIGNIFICATION
A.N.R.H	Agence National des Ressources Hydriques
O.N.M	Office National de Météorologie
E.T.M	Evapotranspiration maximale.
E.T.P	Evapotranspiration potentielle.
E.T	Evapotranspiration.
E.T.R	Evapotranspiration réelle.
I.T.A.S	Institut Technique d'Agronomie Saharienne.
Kc	Coefficient cultural
Ph	Potentialité d'hydrogène.
R.F.U	Réserve facilement utilisable.
R.U	Réserve utile.
Dr	Drainage
Ge	Contribution de la nappe
Inf.	Infiltration
m³	mètre cube
Mm	millimètre
T.H	THornthwaite
D. H.W	Direction Hydraulique de la Wilaya

Table des matières :

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des photos	
Introduction générale	01
L'approche	03

PARTIE I : LES CONCEPTS DE FONCTIONNEMENT DU BILAN HYDRIQUE - LES DIFFERENTS VEHICULES – LA PROBLEMATIQUE

Introduction	04
I-Définition des concepts	05
I-1 La consommation d'eau par les plantes.....	06
I-2 La conduite des arrosages.....	06
I-3 Le paramètre pluie.....	06
I-4 Le bilan hydrique à la parcelle.....	07
I-5 La réserve utile	07
I-6 La RFU et la structure de l'enracinement de la culture.....	07
I-6-1 La réserve facilement utilisable.....	08
I-7 Les pertes par drainage.....	08
II- Les capteurs de mesure de l'humidité dans le sol	09
III-Les différentes formules de l'ETP	11
III-1 La méthode et la formule de Penman	11
III-2 La formule de Turc	12
III-3 La formule de Bouchet	12
V-Véhicules	15
Véhicule n° 1 : Les motivations pour les calculs des quantités d'eau à utiliser dans un plan de cultures.....	15
Véhicule n° 2 : La mise en œuvre de l'irrigation.....	16
Véhicule n° 3 : les irrigations et leur apport d'eau.....	16
Véhicule n° 4 : les doses d'eau et leur liaison avec les paramètres cultureux.....	16
Véhicule n° 5 : Les dispositifs expérimentaux fonction des différents paramètres climatologiques.....	17

<i>Véhicule n ° 6</i> : L'application des doses d'eau en fonction des échelles des réserves en eau du sol.....	17
<i>Véhicule n ° 7</i> : Le sol, l'alimentation en eau et la production agricole	18
<i>Véhicule n ° 8</i> : Les sensibilités au déficit en eau vis-à-vis du cycle végétatif des plantes	19
<i>Véhicule n ° 9</i> : Le bilan hydrique et les avertissements des irrigations.....	20
<i>Véhicule n ° 10</i> : Les paradoxes pour la mise en œuvre du calcul du bilan hydrique pour la culture du palmier dattier et les cultures sous/jacentes.....	20
<i>Véhicule n ° 11</i> : Les objectifs liés aux besoins en eau	21
VI- Présentation et délimitation de la problématique.....	21
VI-1 Orientation de la recherche et corps d'hypothèses.....	21
VI-2 Méthodologie de travail.....	24
VI-3 Les hypothèses de recherche.....	25
VI-4 Les objectifs pour la mise en œuvre des solutions permettant de faire solutionner la problématique.....	25
Conclusion	26

PARTIE II : ETUDE EXPERIMENTALE

Introduction	27
I- Etude de la zone expérimentale.....	28
I-1 Situation géographique.....	28
I-2 Conditions climatiques.....	28
I-3 Conditions durant la période d'essai.....	29
I-4 Caractéristiques du sol de la parcelle d'essai.....	30
I-5 Description pédologique du sol.....	31
I-6 Caractéristiques hydrodynamiques.....	31
II- Les différentes cultures étudiées	32
III- L'irrigation.....	40
I- Matériel et méthodes.....	42
II- L'échelle représentative de l'expérimentation	44
Les résultats et discussions.....	49

***PARTIE III : LA MODELISATION DU BILAN D'EAU AU NIVEAU
DE LA REGION D'ETUDE***

59

Conclusion générale..... 62

BIBLIOGRAPHIES

ANNEXES



Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale

En agronomie saharienne, les besoins en eau sont importants. Actuellement, les unités de production ne sont pas en mesure de mettre au point un bilan hydrique défini à travers les gains, et les pertes en eau en relation avec le climat.

Les paramètres que nous allons mettre en relation avec les cultures du palmier dattier, et les cultures sous jacentes sont dans un ordre d'importance :

- L'ETP en mm variant d'une période de l'année à une autre, et dépendant des conditions de la zone d'étude.
- Le drainage dépendant des conditions hydrodynamiques du sol.
- L'infiltration dépendant du milieu poreux dont la perméabilité est intimement liée, et aussi à la contribution des nappes.
- La pluviométrie, première caractéristique de la nature de gain.
- La capacité de rétention fonction des conditions hydrodynamiques, et est aussi liée à la capacité au champ, et au point de flétrissement.

Notre étude de recherche est déterminante quant aux calculs du bilan hydrique concernant des cultures du palmier dattier et les cultures sous jacentes.

La zone expérimentale est l'exploitation de l'I.T.A.S dont nous avons procédé à la mise en place d'un protocole dans lequel sont prises en considération la culture du palmier dattier, et certaines cultures maraichères (Piment, tomate, oignon).

Les données récoltées vont nous permettre de comparer les disponibilités, et les besoins en eau de façon à programmer les irrigations, à rationaliser les doses, et les fréquences.

Notre optique est lointaine, elle consiste à mettre sur rail une modélisation de la mise en œuvre conceptuelle du bilan hydrique à l'intérieur des unités de production. Cette modélisation semble difficile, et ce pour raison d'un manque énorme de paramètres du climat et des conditions hydrodynamiques du sol. La généralisation du modèle peut se faire qu'à partir de la compétition des organismes étatiques à savoir : ONM – Direction hydraulique de la wilaya et des responsables des unités de production phoenicicole.

Introduction générale

La première partie sera consacrée à la synthèse bibliographique décrite par plusieurs concepts et secondée par des véhicules facilitant la découverte de la problématique suivie des hypothèses, et des objectifs solutionnant cette dernière.

La seconde partie abordera la description du dispositif expérimental suivi par la présentation des résultats et leurs interprétations.

La troisième partie sera consacrée à la modélisation.



L'approche

L'approche

L'approche

L'approche de notre étude de recherche est définie par la mise en évidence de la circulation de l'eau dans les sols sablonneux.

En agronomie saharienne, la plus grande partie du processus de circulation de l'eau dans le sol, est la zone racinaire de la plupart des plantes (surtout le palmier dattier) qui se fait voir dans des sols à caractère non saturé.

L'approche sur les besoins en eau des cultures est celle du bilan hydrique, décrit par les gains et les pertes d'eau dans le sol. Et dont les paramètres à utiliser sont ceux de la climatologie, secondés par l'hydrodynamique du sol.

L'approche en question décrit les méthodes de mesures de la teneur en eau du sol. Au préalable de ces différentes méthodes de mesures, nous avons procédé à des enquêtes auxquelles nous avons mis en exergue des véhicules aboutissant à la problématique.

Cependant l'approche par enquête, reste l'une des méthodes les plus utilisées, dans le domaine des recherches en agronomie. Parallèlement, l'approche expérimentale présente les causes pour en constater les effets éventuels, au contraire de l'approche par enquête où on remonte les effets aux causes. D'une façon générale, dans l'expérimentation on contrôle les variables agro /hydrauliques. L'approche retenue dans le cadre de notre recherche est double, puisqu'elle jumèle l'enquête et l'expérimentation des analogies.

Partie I

**Les concepts de fonctionnement du
bilan hydrique - Les différents véhicules -
La problématique**

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

Introduction

En agronomie saharienne pour le développement des cultures, la bonne maîtrise de l'eau reste l'un des facteurs principal, à prendre en considération. On exprime généralement les besoins en eau des cultures tels que le palmier dattier et les cultures sous jacentes par le bilan hydrique en mm /jour ou mm/période du cycle végétatif.

Il est primordial, d'utiliser de la manière la plus rationnelle, les ressources hydriques comme disponibilités en eau, tout en connaissant les différentes pertes d'eau.

Dans cette première partie, comme il s'agit d'évaluer les quantités d'eau réellement absorbées par le système de culture : palmier dattier et cultures sous jacentes, il nous a semblé nécessaire de prendre en considération certains concepts à notre recherche. A l'exemple des paramètres hydro/dynamiques du sol (capacité de rétention – point de flétrissement – capacité au champ – réserve facilement utilisable). Parallèlement les paramètres climatiques les plus importants sont l'ETP et la pluviométrie. Car ils conditionnent l'abondance ou la rareté de l'eau pour la végétation.

Dans cette partie, une revue de la littérature, nous a permis d'appréhender la place que tient le bilan d'eau dans le processus du développement du végétal.

Cet état de mise en forme du bilan hydrique, en question nous a permis de mettre au point une problématique, définie à partir d'un ensemble de «Véhicules ». De ce fait, nous sommes arrivés à définir deux thèmes majeurs, à savoir :

- Le bilan hydrique par l'apport des paramètres hydro dynamiques et climatiques.
- La consommation d'eau des cultures par les plantes : palmier dattier et cultures sous/jacentes.

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

I-Définition des concepts

En agronomie saharienne, la gestion de l'eau reste l'un des éléments essentiels dans tous les systèmes phoenicicoles décrits à travers les paramètres agricoles, et les unités de production agricole. Les différentes pertes en eau caractérisent les ressources hydriques qu'on dispose du point de vue emmagasinement par les différentes nappes. Dans notre étude il s'agit d'évaluer les quantités d'eau réellement absorbées par le système agricole : palmier dattier, cultures sous/jacentes.

De cette optique de travail, il est de prime à connaître et analyser les différentes composantes du bilan hydrique, à savoir du point de vue perte en eau : l'infiltration – le drainage, et l'évaporation. Parallèlement les gains en eau : capacité de rétention – pluie – contribution de la nappe.

De tous ces paramètres le plus important est l'évapotranspiration. Car il conditionne le système de vie de la végétation par l'abondance ou le déficit en eau du système de culture. De ce fait, la mise au point du bilan hydrique est l'un des outils fondamentaux pour rationaliser l'alimentation en eau des cultures, et ce dans le temps et dans l'espace.

Pour évaluer les besoins en eau des cultures, une pléiade d'agro climatologues a élaboré plusieurs études sur l'évapotranspiration à l'exemple de Penman – Turc – THornthwaite– Blaney et Cridle. Ces derniers ont proposé des formules empiriques basées sur des données météorologiques de façon à évaluer les besoins en eau des cultures. Ces formules sont plus ou moins acceptables pour mesurer l'évaporation. Hormis la formule de Penman qui est la plus complète.

Pour avoir une idée concrète sur les données de l'évaporation, nous avons pensé à mettre au point un évaporomètre à lecture directe. Ce type d'évaporomètre a été utilisé à la station expérimentale de l'institut national agronomique d'el Harrach et a donné de très bons résultats.

Pour rendre fiable les résultats donnés par cet évaporomètre, nous sommes contraints à les comparer au bac Colorado de classe <A> située à Hassiben Abdallah dont nous considérons que les résultats sont acceptables.

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

Cet évaporomètre de construction simple, et qui a été utilisé dans un climat humide, nous permettra de nous faire voir sa fiabilité dans le domaine semi-aride.

I-1 La consommation d'eau par les plantes

Pour déterminer la quantité d'eau utilisée par les plantes plusieurs méthodes, peuvent être utilisées. Les quantités d'eau d'irrigation à apporter au sol sont acquises suivant deux phases : déclenchement des irrigations et arrêt en fin de période.

Au niveau de notre suivi sur le terrain du point de vue dose à apporter aux cultures, il est à noter qu'il existe deux pas de temps par lesquels on détermine la quantité d'eau à apporter aux différents cycles végétatifs de la plante. La méthode consiste à procéder dans un premier temps le repérage des stades de croissance de la culture de façon à apprécier la consommation réelle en eau, par le biais du calcul de l'ETR. Dans un deuxième temps, c'est de procéder à l'évaluation journalière du déficit en eau du sol par les soldes journaliers entre les gains et les pertes dans au niveau de la parcelle.

I-2 La conduite des arrosages

La meilleure approche est celle du bilan hydrique qui est fonction de la mesure des intensités de pluie acquises par un pluviomètre. Celle-ci secondée par la connaissance de l'ETP définie par un évaporomètre (bac Colorado, bac de classe A, Piche). Ces différents paramètres, sont associés au calcul de l'ETR, ainsi qu'à l'estimation quotidienne de la réserve en eau du sol fonction de l'enracinement de la culture. Le dessèchement du sol peut être suivi par des tensiomètres, et ce à défaut par la méthode du bilan hydrique.

I-3 Le paramètre pluie

Pour l'irrigation, la pluie prise en considération est un gain de façon à satisfaire la croissance des plantes. Le pluviomètre est un indicateur pour enclencher ou arrêter les irrigations.

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

I-4 Le bilan hydrique à la parcelle

Les quantités d'eau consommées par le palmier dattier et les cultures sous-jacentes vont tenir compte :

- De la RFU fonction de l'enracinement de la culture considérée
- De l'ETM de la plante calculée à partir de l'ETP, liée au coefficient cultural (kc) de la plante suivant son cycle végétatif.
- De la pluie efficace estimée à partir de la quantité de la pluie tombée.

Les conduites de l'irrigation sont conçues à travers des objectifs que l'agriculteur s'est planifié. Ces stratégies en question sont l'objet des hypothèses que l'on s'était proposées dans la vérification de notre problématique de départ.

I-5 La réserve utile

Concernant le calcul du bilan hydrique en irrigation, il est indispensable de connaître la connaissance de la réserve en eau sur une profondeur acceptable de la culture. Dans les conditions où la reconstitution de la réserve utile n'a pas eu lieu dans les périodes de grandes eaux (remontées de la nappe), et parallèlement si la RFU ne se trouve pas à son échelle maximale, les paramètres nécessaires pour la mise en œuvre de la modélisation ne sont pas valables. Pour y remédier à ce problème. Une vérification sur le terrain est indispensable. L'importance du contrôle sur le terrain de la réserve en eau du sol est très importante pour la mise sur le pied du modèle que l'on à projeter en fin de notre thème.

I-6 La RFU et la structure de l'enracinement de la culture

Dans l'alimentation de l'eau par les plantes, il est indispensable d'avoir une parfaite connaissance de la réserve en eau du sol dès la mise en œuvre de l'irrigation, et sur une profondeur suffisante de 1m à 1,50m. Pour que les paramètres du modèle d'irrigation soient valables, il faut d'une part que la reconstitution de la RU ait lieu, et d'autre part que la RFU soit au maximum, après la première irrigation. Impérativement avant le début des irrigations, il est indispensable de faire ramener le sol à sa capacité de rétention.

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

I-6-1 La réserve facilement utilisable

Dans la plupart des cas on attribue à la plante la même profondeur d'enracinement, et pour toute la période d'irrigation. Ce concept est applicable que durant la période de pleine végétation. C'est-à-dire durant la période de pointe. Au cours du développement végétatif, il faut s'assurer par observation que la partie profonde du sol garde une réserve suffisante (absence de dessèchement).

I-7 Les pertes par drainage

Après une irrigation bien dosée, la réserve du sol est reconstituée sur une profondeur équivalente à la profondeur d'enracinement estimée au moment précis de l'irrigation. Si une dose, où un instant de pluie intervient durant la période où la réserve n'est pas épuisée, il y aura une reconstitution du sol. Ce qui signifie que si la pluie + dose + réserve restant, soit supérieure à la réserve complète attribuée au sol. Il ya perte par drainage en dessous de la profondeur d'enracinement estimée. En agronomie saharienne, les exploitants agricoles ne sont pas au point pour bien maitriser les irrigations. L'eau reste le principal souci pour augmenter les plans de cultures dans l'ensemble d'une unité de production phoenicicole. De ce, l'agriculteur se trouve dans l'impératif d'utiliser rationnellement les ressources hydriques exploitées des forages d'eau. Le premier point à maitriser est le volume des pertes d'eau, dont il est important par la suite d'en déduire les quantités d'eau utilisées par les plantes.

La meilleure manière est de faire recours au bilan hydrique défini par le soustractif entre les gains et les pertes .D'une manière générale, le bilan hydrique fonctionne principalement sur l'évapotranspiration potentielle, dont il ya plusieurs choix de formules à utiliser. Et finalement opter pour une seule forme d'ETP qui dans ce sens sera valable en agronomie saharienne.

La dichotomie « Pertes – Gains » est définie du point de vue perte par :

- L'ETP – L'infiltration – et Le drainage.

Et en ce qui concerne les gains :

- La pluie – la réserve facilement utilisable – la réserve utile.

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

Selon plusieurs chercheurs qui ont proposé des formules reliant l'ETP aux éléments climatiques, seule cette méthode reste un modèle météorologique à prendre en considération dans le domaine de l'évaluation des quantités d'eau.

L'inconvénient de l'utilisation, de ces différentes formules telles que celle : THornthwaite 1978, Blaney et Criddle 1950, Turc 1961, Penman 1948, Bouchet 1964, Gerbier 1974, est la difficulté de procéder aux différents calculs qui s'avèrent composés de plusieurs paramètres. Certaines méthodes de calculs d'ETP sont caractérisées par le bilan aéronautique, et le bilan énergétique.

L'ETP est un paramètre déterminant quant à l'évaluation de la demande climatique. Pour l'agronomie, comme pour l'hydrologue, il est difficile d'utiliser une conception universelle satisfaisante. La comparaison entre les différentes formules d'ETP, la formule de Penman se trouve la plus complète. Elle donne des résultats appropriés acceptables. Mais dans le domaine du semi- aride où généralement les régions sont venteuses les données récoltées sont peu fiables.

II- Les capteurs de mesure de l'humidité dans le sol

II-1 les sondes à mesures neutroniques

Principe :

Une source radioactive émet des neutrons à un certain niveau d'énergie. Un capteur compte ceux qui ont perdu l'énergie au contact des constituants du sol. Ce phénomène est dit de thermalisation, il se produit avec des atomes légers, en particulier l'hydrogène.

$$N = (a + P_s + b) H_v + c * P_s + S$$

N : Nombre de neutrons lents comptés.

a, b, c : les coefficients issus de la nature chimique du sol.

P_s : Densité sèche du sol.

H_v : Humidité volumique.

S : Constante.

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

II-2 le tensiomètre

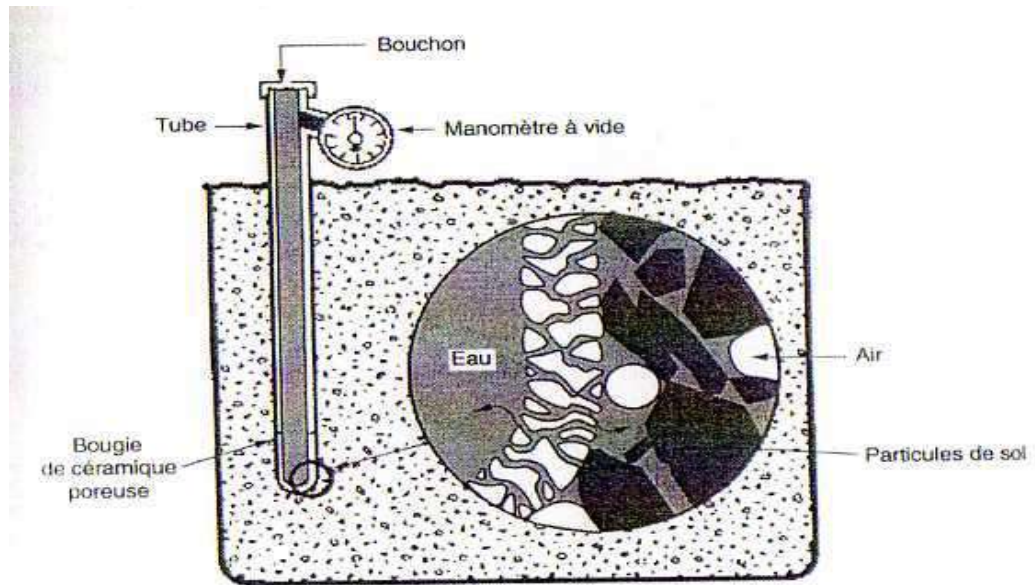


Figure n° 01 : le tensiomètre

L'appareil se compose

- D'une bougie poreuse dont les pores sont très fins.
- D'une tige fermée dont la longueur est variable (30 – 40 – 60 – 120 cm).
- D'un manomètre permettant la mesure d'une dépression de zéro à quatre – vingt dix centibars.

Soit zéro : sol humide et quatre vingt dix : sol sec.

La bougie comporte des pores très fins qui, une fois saturés (plein d'eau), ne laissent pas pénétrer l'air, cette bougie restitue de l'eau au sol, lorsque celui-ci tend à se dessécher. Les réservoirs étant étanches, une dépression mesurée par le manomètre se produit.

Les tensiomètres ne mesurent pas la teneur en eau du sol, mais permettent de connaître l'état de liaison « sol-eau » dans une gamme de tension peu étendue : zéro à quatre vingt centibars (selon figure n°01). Ils sont capables de fournir des informations pour des sols ayant des teneurs en eau élevées. En général ils sont utilisés par batterie. La mise en place d'un nanomètre à sortie électrique permet de les classer dans les capteurs à sortie analogique

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

Le déficit de pression de saturation n'est pas pris en compte pour une même température. Le pouvoir évaporant de l'air dépend pour beaucoup de son degré hygrométrique.

III- Les différentes formules de l'ETP

III-1 La méthode de Penman

$$ET_o = 1 / L * R_n * (P' / P' + y + y / y + P') * f(u) * ((P (t_a) - P (t_d)))$$

L : Chaleur latente d'évaporation de l'eau (590 cal / g) $2,46 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{Kg}^{-1}$

Rn : Rayonnement net

R g a : Radiation solaire

P (td) : pression de la vapeur d'eau au point de rosée.

P : Pression de vapeur saturante.

V : vitesse du vent mesurée à 2 mètres de hauteur pendant 24 h en Km/jour.

Cette méthode donne de très bons résultats, proches de l'évapotranspiration potentielle, mesurée à l'aide d'évapotranspiromètre, toutefois la connaissance des paramètres atmosphériques telles que l'humidité de l'air, la vitesse du vent, la durée d'insolation ne sont pas toujours disponibles à proximité d'une exploitation agricole. Le rayonnement net est le résultat d'une formule, et non une mesure directe et précise.

La formule de Penman

$$ET_o = C (W * R_n + (1 * W) * F (U) (P (t_a) - P (t_d)))$$

P (ta) : Pression de vapeur saturante correspondant à la température (valeur lue dans la table).

P (td) : pression de vapeur d'après la température point de rosée.

.U : Vitesse du vent à deux mètres de hauteur pendant 24 h en km par jour.

W : Facteur de pondération de la température.

Rn : Rayonnement net.

C : Facteur de correction.

Ra : Rayonnement extra terrestre.

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

Cette méthode pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle donne de bons résultats, comparativement aux deux autres formules précitées. Les données nécessaires au calcul des formules sont relevées manuellement. L'inconvénient est que le relevé se fait manuellement et apporte une erreur de lecture, comme pour la transpiration de la plante.

Des coefficients de pondération, calculés sur des laps de temps qui se chiffrent en année, sont apportés dans la formule.

III-2 La formule de Turc

$$ETP = 0,013 T / T + 15 (R_s + 50)$$

T : Température moyenne journalière (°C), sous abri, pendant le mois considéré.

R_s : Rayonnement solaire globale.

$$R_s = R_a (0,18 + 0,62 n/N)$$

R_a : Rayonnement extra terrestre qui parvient au sommet de l'atmosphère (mm/jours).

n/N : Fraction d'insolation réelle.

Cette formule d'un emploi facile utilisant deux variables météorologiques : la température moyenne et la durée d'insolation, a tendance à être surestimée pour la valeur de l'ETP, sauf pendant les mois particulièrement secs.

III-3 La formule de Bouchet

$$ET_o = \alpha \beta E_{PICHE} (1 + \lambda (\Theta))$$

PICHE : Evaporation donnée par l'évaporomètre de PICHE.

$\lambda \Theta$: Facteur de la température.

$$\Theta = T_d + T / 2$$

T : Température moyenne journalière (T °C).

Y : Constante de Piche $0,37 \alpha \beta =$ Fonction de la T °C moyenne journalière.

Pendant le mois considère, mesurée sous abri.

E : Altitudes (mètres)

C : Facteur de correction donné par $C = C (RH_d, U_2d)$

RH_d : Humidité relative moyenne pendant le jour en pourcentage.

U_{2d} : Vitesse du vent à deux mètres de hauteur. Des tables permettent la solution de ces fonctions.

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

Pour homogénéiser les relevés. Il en ressort que la précision des formules est affectée par :

- La précision des relevés par l'utilisateur.
- La précision des tables, donneront certains paramètres.
- Les appareils de mesure eux – mêmes (vieillesse des mécanismes employés sans la possibilité de les étalonner).

III-4 Méthode du lysimètre

Les lysimètres appelés évapotranspiromètres permettent la mesure volumétrique de toutes les entrées et sorties d'eau d'une case contenant une quantité isolée de sol avec ou sans végétation.

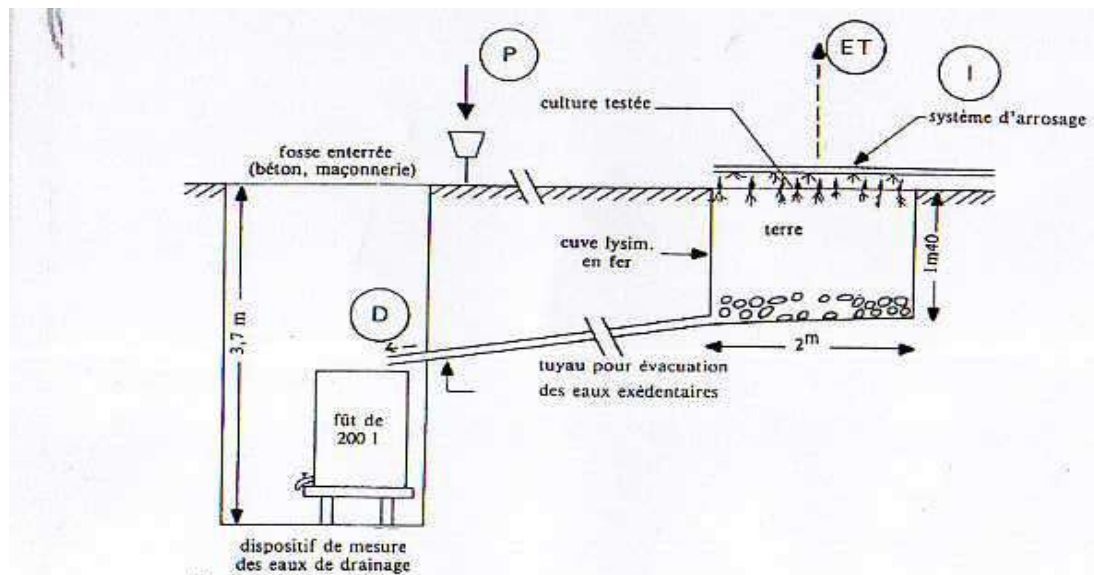


Figure n°02 : Case de l'lysimètre

L'équation générale est du type :

$$P + I \pm R - E - D \pm S = 0$$

P: Précipitations

I: Irrigation

R : Apport ou perte par ruissellement. Ce terme « R » égale zéro de part la structure précise du lysimètre qui est isolée par les doses parfois verticales.

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

E : Evaporation ou évapotranspiration dans le cas d'un couvert végétal.

D : Drainage, il y des lysimètres avec ou sans drainage.

S : Variation des réserves hydriques.

Pour homogénéiser les relèves. Il en ressort que la précision des formules est affectée par :

- La précision des relèves par l'utilisateur.
- La précision des tables, concernant certains paramètres.
- Les appareils de mesure eux-mêmes (vieillesse des mécanismes employés sans la possibilité de les étalonner).

Dans les unités de production phoenicicole, l'optimisation de l'eau d'irrigation à la parcelle n'a jusqu'à ce jour fait part à une augmentation de la production agricole. Le recours à des outils ou à des méthodes de pilotage pour la détermination des doses d'irrigation n'a pas été pris en considération. Alors qu'il est indispensable d'utiliser des appareils à mettre au niveau de la parcelle, et à la portée de l'exploitant de façon à fructifier le bilan hydrique définissant les quantités d'eau à apporter à la vie de la plante. La conduite rationnelle des arrosages est de mettre en œuvre le contrôle de l'état hydrique du sol.

La méthode universelle est celle dont l'approche se fait par le bilan hydrique qui est défini par la mesure de la pluie (P), la connaissance de l'ETP par différentes méthodes, le calcul de l'ETR, et l'estimation quotidienne de la réserve en eau du sol fonction de la profondeur des racines. Le plus important est le suivi du dessèchement du sol, qui se fait à partir des moyens tensiométriques à eau ou par des sondes à neutrons.

Dans notre étude de recherche, nous avons envisagé la méthode dont la plus simple prend en compte la culture du palmier dattier, le blé et deux cultures maraichères à savoir l'oignon et le piment.

Mais quelque soit la culture à envisager, et ce d'une façon générale, le plus important est de fixer les stratégies qui deviennent une obligation urgente et collective à l'intérieur d'un périmètre ou d'une exploitation agricole. L'évaluation de certaines données est nécessaire pour permettre d'optimiser l'irrigation en liaison avec les considérations techniques, et les besoins en eau des cultures avec les réserves en eau du sol, et les équipements d'irrigation.

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

Dans notre travail de recherche nous avons suivi les doses à appliquer à la parcelle sous irrigation par planche avec différents traitements basés sur la dose d'arrosage. Les différentes doses d'arrosage ont été calculées à partir de l'humidité du sol, du poids sec (mis au four) en rapport avec le poids sec dont les résultats finalisés sont en pourcentage par rapport au poids sec. Ces travaux ont été menés en plein champ.

En plus des rendements nous avons essayé de relever l'influence des traitements hydriques sur tous les facteurs de croissance, et du développement des cultures précitées.

V- Les véhicules

Les différents véhicules gérant la problématique

Véhicule n° 1 : Les motivations pour les calculs des quantités d'eau à utiliser dans un plan de cultures

Il est d'intérêt aux responsables des unités de production phoenicicole, de prendre en considération, les quantités d'eau à utiliser pour le développement de leurs cultures à l'intérieur d'un périmètre, d'une unité de production ou à l'intérieur d'une parcelle. En fait, l'évaluation d'un mètre cube d'eau à l'hectare permettra tout au moins de définir une ligne de conduite économique permettant une plus value positive que l'exploitant peut tirer de son unité de production phoenicicole. Les motivations pour le calcul du bilan hydrique sont nombreuses à l'exemple du choix du système d'irrigation, satisfaction de l'exploitant du côté du prix du mètre cube d'eau, qui par tous les moyens doit être à moindre coût. La rationalisation de la mise en place des cultures se fait par le choix adaptable des espèces et des variétés des cultures au milieu aride et semi aride. Le plus important dans la prise en considération du bilan hydrique est le dimensionnement du réseau d'irrigation à partir des gains et des pertes à l'intérieur d'un secteur agricole.

Il faut cependant ne pas perdre de vue, que la seule justification du calcul du bilan hydrique réside dans le ou les profits que l'exploitant peut en tirer de son exploitation agricole phoenicicole. Actuellement les exploitants, et d'une manière générale font abstraction de toute motivation, leur permettant d'aboutir à une rentabilité positive, au vu du développement positif de leur unité de production. Et ce, ayant pour cause principale l'absence de la vulgarisation qui demeure un souci constant pour le monde agricole.

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

Véhicule n° 2 : La mise en œuvre de l'irrigation

L'exploitant dans les unités de production des zones semi arides n'est pas au point pour régulariser ses productions, améliorer la qualité de ses produits agricoles, accroître ses rendements, diversifier ses cultures, au meilleur coût du mètre cube d'eau par hectare.

Chez la plupart des exploitants agricoles, les besoins en eau des plantes qu'ils doivent assurer à l'irrigation ne sont ni de près ni de loin connus. Les causes sont déterminées par la méconnaissance des réserves en eau que le sol peut en disposer (la RU, la RFU, PF). De ce fait, les incidences du déficit en eau ont un impact direct sur la physiologie physique de la plante. (Effet de stress)

Véhicule n° 3 : les irrigations et leur apport d'eau

Les apports d'eau sont fonction de l'évapotranspiration potentielle, journalière, hebdomadaire, annuelle. L'exploitant par les différentes méthodes de calcul des volumes d'eau à apporter à son plan de culture, doit être en mesure de déterminer les doses d'irrigation qu'il faut apporter en complément.

Généralement, dans les unités de production agricole, ce qui est à remarquer, c'est que l'exploitant se trouve en dehors de toute démarche de la mise en eau des cultures, et celui permettant de mettre en conception son mode d'irrigation suivant le type de sol en adéquation avec la mise en place de ses cultures.

L'absence des valeurs de l'énergie solaire, qui est à l'origine d'une demande climatique potentielle fait défaut dans le calcul de l'évapotranspiration potentielle souvent exprimée en millimètre d'eau. Dans ces conditions climatiques, les besoins en eau d'une culture tel que le palmier dattier se trouve dans la plupart des cas erronés. Ce qui attrait à une désorganisation au niveau de la rationalisation de l'économie d'eau axée sur les potentialités en eau du sol et leur recouvrement dans le temps et dans l'espace par les gains en eau provenant des conditions climatiques de la zone.

Véhicule n° 4 : les doses d'eau et leur liaison avec les paramètres cultureux

En outre de l'ETP fonction de la première valeur donnée qui est ET_o (donnée in-situ) existe une relation étroite entre ces deux paramètres qui est le coefficient cultural déterminé

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

suivant les différents cycles végétatifs de la plante. Ce paramètre est utilisé de façon à rendre économique la dose d'eau que l'exploitant est appelé à inculquer dans sa parcelle. Par l'inexistence d'une station météorologique permettant d'enclencher les irrigations à tout moment de la demande en eau des plantes.

Le Rapport : $ETM / ETP = Kc$, définissant le coefficient cultural Kc ou rythme de consommation d'eau de la culture n'est pas au point. Ce qui a donné un effet pervers au développement de la culture du palmier et des cultures associées. L'inconvénient, on ne peut estimer l'ETM à partir de l'ETP, car l'enclenchement des irrigations se fait anarchiquement et non pas sur les bases d'une utilisation rationnelle du matériel installé à l'intérieur d'une parcelle, ou d'une unité de production qui se trouve en principe en défaut.

Véhicule n ° 5 : Les dispositifs expérimentaux fonction des différents paramètres climatologiques

Les dispositifs expérimentaux d'aboutissement à la mise en œuvre de différentes doses à appliquer au niveau des cultures ne font pas partie de la rationalité du calcul du bilan hydrique. Les données précitées doivent cependant être prises en considération suivant des protocoles expérimentaux intégrés dans l'unité décisionnelle qui est la parcelle. Et de manière par des méthodes de fractionnement des doses d'eau à aboutir à une dose rationnelle, si tant une consommation en eau de la plante à un seuil économique des rendements de la culture acceptables.

Véhicule n ° 6 : L'application des doses d'eau en fonction des échelles des réserves en eau du sol

L'exploitant gérant son unité de production agricole se trouve face à la contrainte des réserves en eau disponibles dans le sol. L'eau rejetée par l'évapotranspiration doit d'une façon générale être puisée par la plante dans les réserves du sol, suivant les différentes échelles d'eau emmagasinées dans le sol. Les méthodes sont fonction des données que l'exploitant se trouve dans l'obligation de les faire récolter sur le terrain à l'insu de forme « in-situ » et parallèlement les données récoltées par le matériel climatique mis en place dans la parcelle.

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

L'inconvénient, c'est que ces méthodes se trouvent quasiment inutilisées, ce qui attrait à des doses d'eau non conformes au calcul du bilan d'eau. On enregistre des doses d'eau trop excessives par rapport à la demande convenable des plantes.

Les mesures in-situ, et ce en ce qui concerne la borne haute « dite capacité au champ » n'a pas été de premier abord d'utilisation par l'exploitant. Ce qui fait, qu'on n'a pas une idée sur les conditions d'échelle d'eau au niveau d'un sol (l'exemple du sol s'il est théoriquement plein d'eau ou non. Sans cependant être engorgé d'eau).

Parallèlement à cette capacité au champ existe une borne basse « dite point de flétrissement » qui est principalement mesurée au laboratoire. Dans les unités de production phoenicicole, l'eau restante dans le sol n'a pas été un jour dans le domaine des agro systèmes oasiens.

De ces deux bornes permettant de calculer la dose par différenciation, avec intégration de la densité apparente du sol, et la profondeur des racines n'a pas été au dernier recours pour le calcul du bilan des quantités d'eau nécessaires aux différents plans de culture. Ce qui donné aux exploitants une économie d'eau très basse par rapport au seuil de rentabilité positive des cultures.

Dans les sols du climat semi aride, la réserve facilement utilisable est encore loin de la connaissance de son potentiel, par les différentes techniques employées par les exploitants. Les agronomes, travaillant sur les recherches des conditions d'eau dans le sol, ne font leur analyse que sur de l'abstrait. Ce qui a donné à l'agronomie saharienne un climat de travail par l'image du faciès traditionaliste. Ce qui n'est pas adéquat aux formes entières des unités de production phoeniciple. Finalement, tous les paramètres précités n'ont pas facilité les calculs des quantités d'eau accessibles sans difficulté par la plante. La difficulté réside dans l'absence du matériel que le technicien ou l'exploitant dispose à l'intérieur de son unité de production.

Véhicule n ° 7 : Le sol, l'alimentation en eau et la production agricole

En agronomie saharienne, la parcelle est d'une façon plus ou moins homogène. Dans les recherches sur le thème de la réserve en eau du sol, la représentativité de l'endroit où est calculée la réserve est primordiale. Mais ce n'est pas toujours le cas, au niveau des unités de production phoenicicole. L'agronomie n'est pas tout à fait au cœur du choix de la station d'étude. Pour les études faites par les entreprises hydrauliques, l'hétérogénéité du sol n'a pas

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

été pour nombreux cas d'étude signalée. Ce qui laisse réfléchir l'ingénieur en économie d'eau sur la présence ou non de la répercussion sur les profils hydriques, et aussi sur la superposition d'horizons dans le cas, où ils sont différents et sujets aux accidents particuliers.

La satisfaction des besoins en eau des plantes et la production sont liées pour plus d'un titre aux espèces de grande culture, à la culture du palmier dattier et aux cultures maraichères. Normalement, il doit y exister du point de vue théorique, une relation sensiblement linéaire entre la production et le taux de satisfaction des besoins en eau. L'inconvénient, c'est

l'obtention des paramètres du côté production comme du côté rotation des cultures, qui se trouve en grand manque.

Dans les régions du semi aride, la pluviométrie est aléatoire et insuffisante. Ce qui a donné en permanence une baisse des rendements des cultures. Il ya chaque année de fortes variations de la production selon les types de sol, qui sont généralement sablo/limoneux avec un fort ou faible pourcentage de sels. Comme ces sols ne sont pas profonds, et à forte perméabilités, ils ne peuvent en aucun cas assurer une alimentation hydrique satisfaisante.

D'une façon générale, comme les cultures se trouvent en irrigué dans le climat du semi /aride, différents niveaux de rendements sont possibles, mais selon l'importance des fréquences des irrigations et selon les objectifs techniques et économiques visés.

Véhicule n ° 8 : Les sensibilités au déficit en eau vis-à-vis du cycle végétatif des plantes

Dans les écosystèmes oasiens, les cultures présentant une sensibilité particulière au déficit en eau à certaines périodes de leur cycle végétatif à l'exemple de la période des grandes irrigations où la gérance de l'eau se trouve difficile. La période en question dite critique agit sur l'assimilation de la photosynthèse dont l'effet du périodisme est essentiellement indispensable pour le développement des fruits. Chaque culture est affectée par des périodes critiques, où le déficit hydrique à cette période peut entraîner des phénomènes graves sur le développement de la plante à l'exemple de l'absence de fécondation, avortement, chutes d'organes floraux. L'exploitant est appelé à être vigilant.

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

Véhicule n ° 9 : Le bilan hydrique et les avertissements des irrigations

Dans l'ensemble des unités de production phoenicicole, la connaissance des besoins en eau du palmier dattier et des cultures sous jacentes n'a pas favorisé le fonctionnement du pilotage des irrigations fonction de la situation des réserves en eau du sol.

Le calcul du bilan hydrique qui se détermine à partir de la demande en eau à savoir (ETP paramètre propre au climat et ETM, ETR propre à la culture) se trouve incompris chez les exploitants et difficilement acquisitionnable chez les techniciens hydro agricoles. Et ce, par manque de données, et d'appareil de mesures à l'intérieur de l'unité de production. A l'exemple des paramètres donnant l'offre en eau : pluie (P), réserve du sol(R). Et des paramètres pertes : ruissellement, drainage. L'apport d'eau acquis par la différence de ces deux blocs (gains – pertes) se trouve erroné et non conforme aux exigences de la plante et aux paramètres dimensionnels des différents systèmes d'irrigation.

De plus pour le calcul du bilan formé par l'équation : $I = P + R - ETR - D$

La valeur de **D** est le plus souvent négligée. Ce qui pose problème, pour la détermination de la pluie efficace, fonction des pertes par ruissellement ou par percolation. Cette équation présente des points faibles au niveau de l'appréciation difficile et imprécise des termes du bilan. Les avertissements des irrigations sont liés aux caractéristiques des sols, de leurs profondeurs, des variations climatiques.

Véhicule n ° 10 : Les paradoxes pour la mise en œuvre du calcul du bilan hydrique de la culture du palmier dattier et les cultures sous/jacentes

Le bilan hydrique dans son état actuel est de tout temps composé :

- De la fiabilité des données sujettes à des erreurs à l'exemple des remontées capillaires.
- De la mesure correcte des réserves hydriques qui se trouvent incomplètes en début de campagne agricole.
- Les coefficients n'ont pas été fonction des différentes phases du cycle végétatif à l'issue du retard ou avance du cycle de la végétation dû au climat de l'année.
- Les irrigations du point de vue dosent qui se trouvent généralement hétérogènes. phénomène du au vent, au relief.

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

Véhicule n ° 11 : Les objectifs liés aux besoins en eau

L'exploitant au niveau de son exploitation n'a pas su lier les objectifs techniques par la prise en considération de ses besoins en eau corrects de ses cultures, de ses réserves en eau du sol, de ses équipements d'irrigation, et de ses considérations d'ordre économique lui faisant valoir la rentabilité des moyens à mettre en œuvre.

Dans les considérations techniques, les besoins en eau des cultures programmés par l'exploitant sont aléatoires car le déficit hydrique est fonction des intensités de pluie variable dans le temps, et dans l'espace. De même les irrigations ne sont pas au point, car l'exploitant comme le technicien ne tiennent pas compte dans leur projet des contraintes liées au sol. Du côté économique, l'adaptation des moyens technico/économiques pour l'irrigation fait faillir aux objectifs projetés au début de la saison agricole par l'exploitant. Ce dernier ne peut pas justifier économiquement les moyens nécessaires pour faire face à la période critique de pointe. Les apports d'eau dans la plupart des unités de production phoenicicole ne se sont jamais faits suivant une stratégie fonctionnelle et rationnelle. Et ce, par manque de vulgarisation exigée à l'avance, pour l'utilisation rationnelle du choix d'un matériel d'irrigation par rapport un autre.

VI- Présentation et délimitation de la problématique

VI-1 Orientation de la recherche et corps d'hypothèses

La présentation et l'analyse des différents travaux, que nous avons pris en considération par les différents types de véhicules, nous ont amené à une première forme de la problématique. Ce point a fourni des éléments destinés à mieux cerner la réalité des besoins en eau des cultures du palmier dattier, et les cultures sous jacentes. Et ce par un inventaire de paramètres allant du sol et jusqu'à la plante.

La définition de l'unité agronomique décisionnelle " la planche " a permis d'envisager plusieurs aspects du rôle du calcul des besoins en eau des cultures, pour le développement rationnel des plantes.

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

❖ **L'approche de notre étude de recherche :**

Plusieurs approches existent pour déterminer d'une façon rationnelle les besoins en eau des cultures. L'approche, pour traiter notre étude de recherche, est décrite par un certain nombre d'axes à savoir :

- Premier axe dont l'objet est de préciser quelques aspects théoriques à notre recherche : ce sont les concepts propres au bilan d'eau.

La collecte des données sur la façon de faire, pour calculer les besoins en eau des cultures auprès des exploitants, a été une entreprise délicate en raison notamment de l'information limitée du côté techniciens comme du côté responsables de l'exploitation.

De ce, nous avons structuré notre travail de recherche par deux autres axes ou :

- Dans le deuxième axe, nous avons procédé à la mise en forme d'un certain nombre de véhicules où nous faisons valoir l'énonciation de la problématique, et un certain nombre d'hypothèses vérifiant la problématique bien sur secondées par un certain nombre d'objectifs.
- Le troisième axe a pour objet de présenter la modélisation à faire adopter dans le long terme, au niveau des périmètres phoenicicoles, et ce appuyés par des protocoles expérimentaux, organisés à travers des stations hydro/agricoles où le palmier dattier, et les cultures maraichères seront les facies de notre étude de recherche. Finalement, notre étude de recherche se voit faire par l'approche systémique conceptuelle.

Le schéma suivant, met en exergue la systémique de la recherche expérimentale, afin de permettre une vue synoptique du déroulement des opérations.

L'analyse des nombreuses contributions qui ont porté sur le thème des besoins en eau des calculs nous ont permis de faire dégager deux idées de recherche :

- Le rôle des besoins en eau dans le contexte du développement des cultures en agronomie saharienne.
- Et la place que tient le calcul des besoins en eau dans l'ossature des systèmes d'irrigation fondée sur les caractéristiques hydro/dynamiques du sol, et les paramètres climatiques de la région d'étude.

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

En établissant les liaisons entre ces deux points, nous pouvons contribuer à l'évaluation des quantités d'eau demandées par les systèmes de cultures composés, par le palmier dattier et les cultures sous-jacentes.

Notre problématique comporte ainsi plusieurs volets qui conduisent à orienter ce travail suivant trois principaux axes de recherche.

- Le premier axe vise à déterminer les différents véhicules aboutissant à la problématique.
- Le deuxième axe, vise à mettre en relief les hypothèses de style interrogatif, nous permettant de vérifier la problématique.
- Le troisième axe, vise à définir, et à solutionner la problématique par le biais d'un certain nombre d'objectifs.

Chaque axe, décrivant la problématique est subdivisé en plusieurs étapes de recherche, où l'on doit mettre en lumière : la participation du technicien et de l'exploitant pour la valeur finale en volume d'eau, à faire inculquer au sol, et ce pour le développement des cultures à savoir palmier dattier, et cultures maraichères d'une manière qualitative et quantitative.

Au niveau du deuxième et troisième axe de travail, le point est mis sur l'effet des évaluations en eau sur le comportement du végétal. Et ce, par l'examen détaillé des différentes structures de la plante.

Finalement, de ces différents axes organisés à travers plusieurs véhicules d'assimilation, à un ensemble de catégories de problèmes, nous avons essayé de mettre en lumière notre problématique, qui est le titre final de notre thème de recherche :

EVALUATION DES QUANTITES D'EAU NECESSAIRES AUX IRRIGATIONS DU PALMIER DATTIER ET DES CULTURES SOUS – JACENTES

Cette problématique se trouve dans sa première forme. De manière à faire valider cette problématique, on se trouve obligé de procéder au feedback : par la méthode de **déductive** et **inductive**.

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

VI-2 Méthodologie de travail

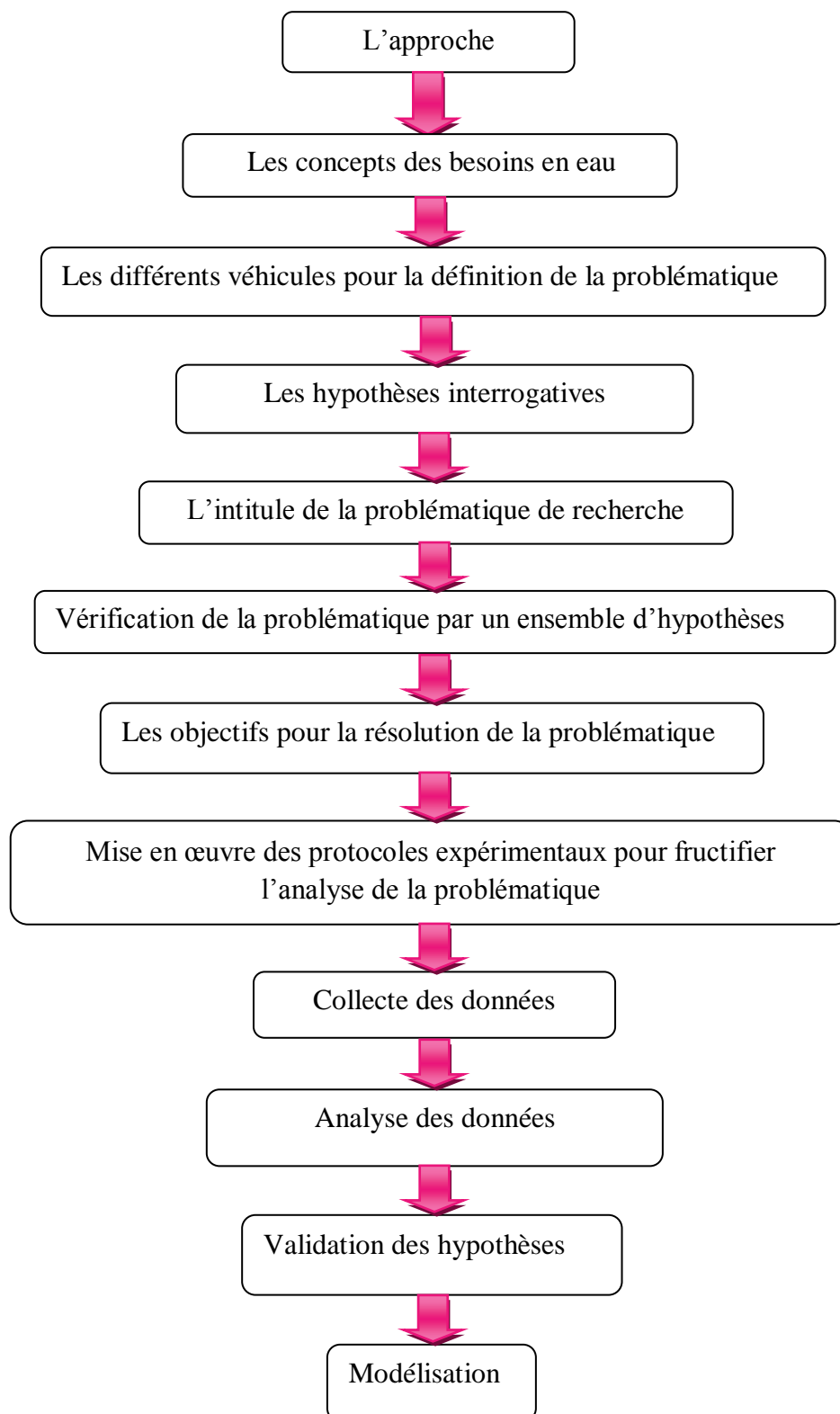


Figure n° 03 : Méthodologie de travail

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

VI-3 Les hypothèses de recherche

L'exposé, de nos hypothèses de recherche, est fondé sur l'intitulé de la problématique dont nous sommes appelés à le vérifier par un ensemble d'hypothèses interrogatives.

1. La première hypothèse : la mise en œuvre du calcul du bilan d'eau est-elle un facteur indispensable, et primordial dans la mise en valeur, malgré qu'il y a absence totale d'outils. A l'exemple d'une sous station méthodologique nous permettant l'enclenchement des irrigations ?

2. La deuxième hypothèse : Les méthodes prévisionnelles pour le calcul du bilan d'eau prennent-elles en compte les considérations techniques et économiques. Quel est l'impact de la condition technico économique sur les valeurs déterminant les bilans d'eau

VI-4 Les objectifs pour la mise en œuvre des la ou des solutions permettant de faire solutionner la problématique :

Prévoir à l'avance les moyens nécessaires pour faire face aux besoins d'arrosage en cas de sécheresse durable.

- D'estimer l'opportunité de commencer ou de renouveler les irrigations.
- Maîtriser l'irrigation en conciliant les considérations techniques liées aux besoins en eau des cultures, aux réserves en eau du sol, aux équipements d'irrigation, et des considérations économiques liées à la rentabilité des moyens à mettre en œuvre.
- Mise en instauration d'une sous station climatologique pour enclencher les irrigations.

Partie I : Les concepts de fonctionnement du bilan hydrique - Les différents véhicules - La problématique

Conclusion

La présentation, et l'analyse des différents travaux d'ordre bibliographique que nous avons pris en considération ont fourni des éléments destinés à mieux cerner la problématique gérée dans les unités de production phoenicicole.

Les difficultés de plusieurs « véhicules » nous ont permis d'envisager plusieurs hypothèses, et celles-ci secondées par des objectifs pour enfin arriver à résoudre la problématique. Les difficultés auxquelles nous sommes heurtées est la récolte des données qui s'avèrent essentiellement insuffisantes. Aussi le manque d'outils informatiques, à l'exemple des programmes pour le calcul des ETP (surtout pour le calcul de l'ETP de Penman).



Partie II
Etude expérimentale

Partie II : Etude expérimentale

Introduction

L'approche utilisée pour l'évaluation des besoins en eau des cultures est d'une importance capitale, pour connaître les quantités d'eau à faire inculquer à la plante, et d'une manière efficace et rationnelle. Le paramètre essentiel à faire souligner dans les besoins en eau des cultures est l'évapotranspiration, qui se trouve à un niveau d'étude difficile et complexe. C'est un paramètre qui est fonction de nombreuses liaisons. Il est indéfiniment dépendant du végétal suivant ses différentes phases végétatives, son développement végétatif. Qui sont en relation très étroite avec le bilan hydrique, les conditions climatiques et pédologiques.

Pour ainsi, les rendements obtenus sont fonction des besoins en eau durant tout le cycle de développement de la culture, et dont l'objectif est d'aboutir à de très bons rendements.

« DOORENBUS (1980) stipule qu'une production optimale ne peut être assurée que s'il existe une interaction entre les besoins en eau de la culture, et les quantités d'eau qui lui sont administrées pendant ses différentes phases de développement ».

Partie II : Etude expérimentale

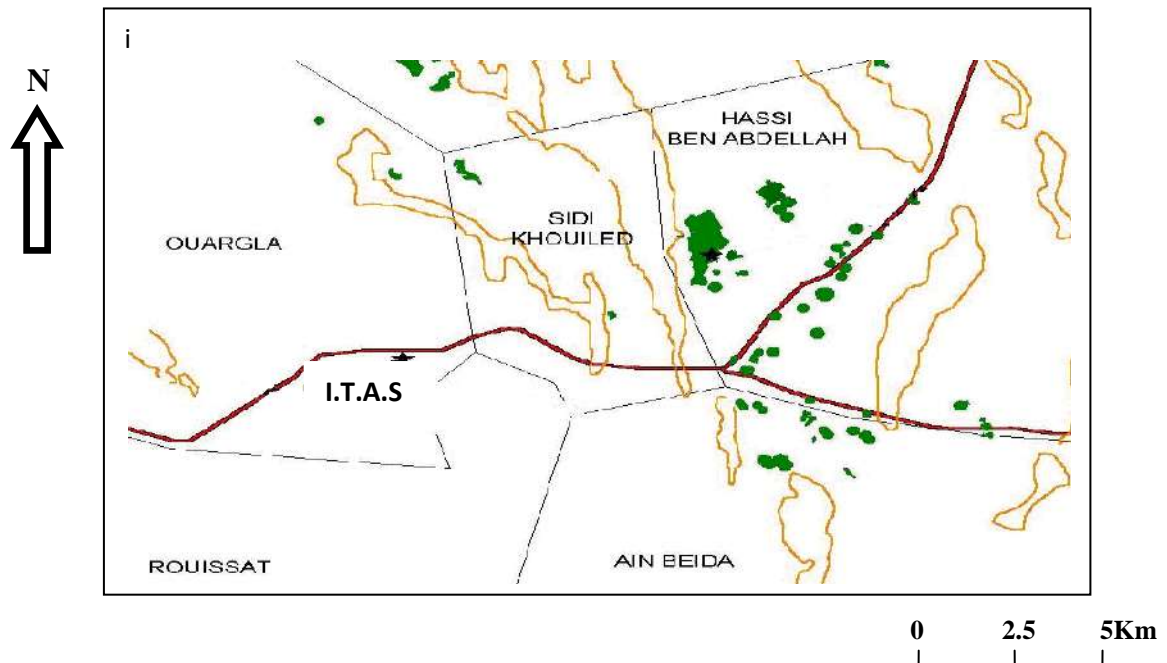
I-Etude de la zone expérimentale

I-1 Situation géographique

Notre étude sur la mise en œuvre de l'évaluation des quantités d'eau à assurer au niveau des besoins en eau des cultures a été réalisée à l'exploitation agricole de l'institut agronomique saharienne. La superficie de cette station est de 40ha.

L'exploitation en question est localisée dans la zone de Mekhadma à quelques mètres de l'axe routier de Ouargla –Alger à la sortie de réseau urbain de Ouargla ville.

Son altitude moyenne est de 132.5 à 134.0 mètres, avec une pluviométrie moyenne annuelle de 50mm (donnée de la station expérimentale d'Ain Beida Ouargla).



Source : Institut Nationale Cartographique (Février 2013)

Figure n° 04 : Situation géographique de l'exploitation de l'université de Ouargla

I-2 Conditions climatiques

Le climat est de type semi/aride. Il est caractérisé par une saison estivale très sèche, et un hiver relativement doux, avec un faible régime pluviométrique très irrégulier. Les paramètres qui conditionnent le climat de notre région d'étude sont : la température, les précipitations, l'humidité relative.

Partie II : Etude expérimentale

Les précipitations

Les précipitations dans notre région d'étude sont caractérisées par des intensités très faibles. Sur une période de dix années une intensité moyenne annuelle de (50mm) a été enregistrée. Ce qui représente une faible quantité d'eau et une réserve en eau du sol très peu appréciable. Mais du côté de la contribution de la nappe, la réserve du sol s'avère utilisable à bon escient. La répartition de l'eau dans le sol est d'une façon irrégulière. Car elle est dépendante de la fluctuation des nappes durant tout cycle annuel.

Durant les dernières années la moyenne des précipitations de 50 mm est restée pratiquement constante. Et ce d'une année à une autre. La majeure partie de ces précipitations est enregistrée durant la saison hivernale qui s'échelonne, du mois de Novembre au mois de Février. Le maximum est enregistré au mois de Janvier.

I-3 Conditions durant la période d'essai

Durant la période d'expérimentation, il n'a été enregistré qu'une précipitation de 15 mm. Cette dernière est tombée au milieu de l'essai expérimental.

I-3-1 Les températures

Notre zone d'étude est caractérisée par une température moyenne de 23.7°C. Les températures sont de forte amplitude durant la période estivale Juillet avec une température maximale de 44.12°C. Tandis que le mois le plus froid est Janvier avec une température maximale de 19.5°C.

I-3-2 Température durant la période d'expérimentation

Pendant notre essai la température atteint 28.39°C. Ce qui nous facilite les manutentions à l'exemple de la faisabilité des travaux agricoles.

I-3-3 Humidité relative durant la période d'expérimentation

Au moment de l'essai l'humidité relative de l'air a atteint 26.5 %.

Partie II : Etude expérimentale

I-4 Caractéristiques du sol de la parcelle d'essai

I-4-1 Caractéristiques physiques du sol

La caractérisation des échantillons du sol a été prélevée à des endroits différents proches de la parcelle d'essai. Tous les prélèvements ont été faits à la carrière.

D'après la classification du sol par le triangle textural, le sol expérimental de notre étude est de texture sablonneuse. Ce qui donne une rétention d'eau très faible. La perméabilité du sol en question est trop élevée. Puisqu'on est en présence d'un sol sableux.

Les fractions granulométriques obtenus en pourcentage sont indiquées dans le tableau n°: **01**

Tableau n° 01 : Analyse physique du sol (Granulométrie)

Granulométrie	Argile	Limon fin	Limon grossier	Sable fin	Sable grossier
Fraction %	7.32	7.23	17.64	40.53	27.28
Densité apparente g/cm ³	1.60	1.178	1.159		

Source : Travaux Pratiques des étudiantes cinquièmes années ingénieur mise en valeur.

I-4-2 Caractéristiques chimiques du sol

Les résultats des analyses réalisées sont réunis dans le tableau N° 02:

Tableau n° 02 : Caractéristiques chimiques du sol

Horizons Eléments	Méthode d'analyse	Horizon 0 – 20	Horizon 20 – 40	Horizon 40 – 60	Moyenne
pH	Électro spectromètre	7,57	7,75	7,60	7.64
Conductivité électrique ds/m	Électrode	2,87 ds/m	3 ,21 ds/m	1,72 ds/m	2.6
Matière organique %	Calcination	1.2	0 ,84	0,58	0,87

Source : Travaux Pratiques des étudiantes cinquièmes années ingénieur mise en valeur.

Partie II : Etude expérimentale

I-5 Description pédologique du sol

Le profil pédologique a été réalisé in situ. Il a été choisi sous une portion de surface dont la fertilité d'après le test de l'HCL est faible. Les effervescences au niveau de chaque horizon sont plus ou moins marquées surtout au niveau des horizons situés en profondeur. Effectivement le taux de calcaire augmente en profondeur. On observe très peu de matière organique.

I-6 Caractéristiques hydrodynamiques

❖ **Densité apparente** : C'est le rapport du poids du sol sec à son volume total
 $D_a/cm^3 = \text{poids de l'échantillon sec} / \text{volume de l'échantillon en place}$ (Hiller 1974).

❖ **Densité réelle** : La densité réelle a été établie selon la formule habituelle :

$$D_r = 2,65 - 0,02(\%M.O)$$

❖ **Porosité totale** : la porosité totale a pour objectif de déterminer le volume des pores dans un espace donné : $P\% = (1 - d_a) \times 100 / D_r$

La formule appliquée : $d = g/cm^3$, $D_r = g/cm^3$

Pour notre expérimentation on obtient une porosité $P_t = 60\%$

❖ **Evolution des évaporations par l'évaporomètre durant la période d'essai :**

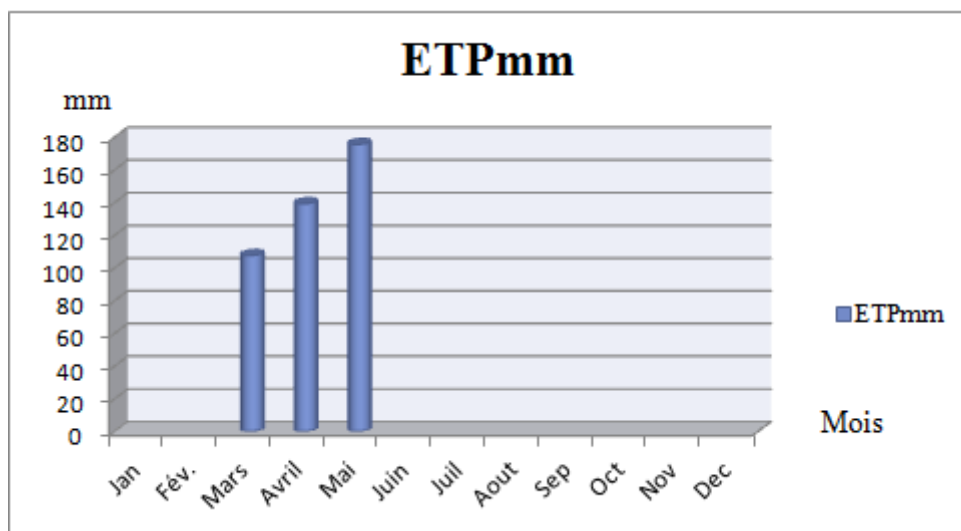


Figure n° 05: Représentation graphique des valeurs d'évaporations par l'évaporomètre durant la période d'essai

Partie II : Etude expérimentale

II- Les différentes cultures

II-1 Le palmier dattier

Le palmier dattier ou le phœnix dactylifera appartient à la famille des palmes. Son système racinaire est dit fasciculé avec ou peu de racines. On distingue quatre types de racines :

- Racines de respiration de 0 à 20 centimètres et même jusqu'à 150 centimètres.
- Racines de nutrition de 20 à 100 centimètres.
- Racines d'adsorption de 1 à 2 mètres.
- Racines formant racines pivotant 1 mètre à 15 mètres.

❖ L'écologie du palmier dattier

Le palmier est cultivé dans les régions chaudes aride et semi /aride. L'activité végétative se manifeste à une température de +7 à +10 °C. Entre 10 et 40°C le palmier est en activité. Il tolère des maximas de 56 °C.

Pour déterminer les besoins, on utilise l'indice brut de températures qui varie de 3700 à 6000 °C. Cet indice permet de définir les potentialités phoenicicoles des régions où l'on veut introduire le palmier. La durée d'évolution des fruits est de 100 à 200 jours. Le palmier est une plante héliophile. Les pluies ont une action néfaste sur le palmier surtout en période de floraison. Le palmier résiste bien aux vents si l'alimentation hydrique est suffisante. Du point de vue sol, le palmier s'adapte dans des formations désertiques et subdésertiques. Il est cultivé dans des terrains sableux jusqu'aux terrains presque argileux. Le choix des zones de plantation est dépendant des ressources hydriques, et des possibilités d'utilisation de ces ressources.

❖ Les besoins en eau du palmier

L'irrigation est primordiale en phoeniciculture, les apports d'eau doivent être suffisants pour couvrir tous les besoins du palmier dattier, pour compenser les pertes par infiltration, et par évaporation à la surface du sol, pour satisfaire les besoins des cultures sous /jacentes.

Partie II : Etude expérimentale

❖ Le calcul des volumes nécessaires

L'évaluation des besoins en eau s'appuie sur le calcul de l'évapotranspiration potentielle en palmeraie, qui correspond à la quantité qui s'évapore par le sol. La dose d'irrigation en mètre cube par hectare se calcule par la formule :

$$Dm * Da * \frac{1}{2} Cu = m^3 \text{ par hectare}$$

Dm : Profondeur du sol à irriguer en centimètres.

Da : Densité apparente.

Cu : Capacité utile du sol.

❖ Fréquence des irrigations

En sol moyen, il faut irriguer environ tous les trois à six jours en été et tous les dix à quinze jours en hiver.

❖ La qualité des eaux d'irrigation

Le palmier supporte les taux d'irrigation d'eau salée. Mais la qualité des dattes produites sont supérieures lorsqu'il est irrigué avec l'eau douce.

❖ Les besoins nutritifs

L'azote est l'un des facteurs les plus importants de la croissance du palmier et du rendement. Il faut rapporter 200 grammes d'azote pur par palmier. La fumure organique est apportée en trois fois.

II-2 L'oignon

L'oignon est de la famille des liliacées. L'oignon est une culture qui se trouve sur une multitude de types d'oignons qui ont des Formes, des couleurs, des gosseurs et des saveurs différentes. L'oignon s'adapte sur tous les types de sol. Sa difficulté réside dans le contrôle des mauvaises herbes. Sa réussite dépend d'un bon contrôle technique.

❖ La plante

Elle est bisannuelle. Elle pousse très lentement durant les premières semaines. Ses racines sont fasciculées, et on nomme plateau. Les 30 cm du sol sont occupés généralement par les racines qui atteignent parfois 90 cm de profondeur.

Partie II : Etude expérimentale

❖ Les différents cycles végétatifs de la plante sont

L'établissement – la croissance végétative rapide – la bulbaison – la tombaison ou couchage des feuilles – la maturation, la repousse, la floraison et la mise à graines.

❖ Les types d'oignons

Il existe sept principaux types d'oignons : les oignons jaunes, les oignons espagnols, les oignons rouges, les oignons blancs, les oignons à botteler, les oignons à marinades et les oignons à semences.

❖ Les conditions climatiques

Les oignons se développent durant les journées courtes de printemps. Il complète son développement végétatif dans les jours longs Mai à Juillet. La repousse est déclenchée rapidement par un entreposage entre 9 à 15 °C.

❖ Semences et germination

L'oignon, la quantité de semence qu'il faut est 3 à 6 kg de semences / ha. Et en semi direct entre 8 à 10 kg / ha. La période de semis s'effectue Février ou début Mars. Selon que la température est de 5 à 25 °C, la germination varie de 8 à 30 jours. Sa température optimale se situe entre 20 et 25 °C.

En grande surface on sème à très grande densité 70 à 110 kg / ha. Soit en Mai pour une récolte en Juillet, soit en Juillet pour une récolte en Septembre. La densité est de 225 à 700 oignons / kg. L'espacement entre les rangés est de 10cm et de 25 à 40cm entre les rangs.

❖ La fertilisation :

N kg / ha	P ₂ O ₅ kg / ha	k ₂ O kg / ha
65 – 180	30 -265	20 -280

❖ L'irrigation

L'oignon est une culture qui tolère une sécheresse. Sa croissance se trouve ralentie par un manque d'eau. Il faut une eau régulière pour l'obtention d'un bon rendement. Il est conseillé à ce que les oignons ne souffrent pas durant à la période du repiquage. Une sécheresse suivie de pluie entraîne un dessèchement des enveloppes exotériques qui se fendent lors de la reprise de la croissance.

Partie II : Etude expérimentale

Il faut s'assurer durant les jours longs, et chauds une dose 2,5 cm d'eau par semaine. On irrigue la plante aux 5 et dixième jours en conditions sèches. Il faut cesser l'irrigation deux ou à trois semaines à l'avance pour favoriser la maturation.

❖ Récolte et séchage

Un des facteurs les plus importants, pour la réussite de la culture de l'oignon il faut qu'ils soient prêts, et les sécher rapidement.

II-3 Le piment

Le piment (*capsicum annuum*) est issu de la famille des solonacées originaires de l'Amérique du sud et centrale. C'est une plante cultivée annuellement et comme potagère. Le piment comporte plusieurs variétés et est classé du doux au très fort.

C'est une plante qui est évaluée par l'échelle de Scoville qui définit sa force. Sa teneur en capsaïcine. Les diverses variétés rencontrées sont le piment de Cayenne, et le piment langue des oiseaux, le habanero des Artilles, le piment d'Espelette cultivé au pays basique.

❖ Définition de l'échelle de Scoville

Wilburt Scoville procédait des tests composés de piment frais en durée mélangé avec de l'eau sucrée. Cette solution est déterminante quant au degré de brûlure qui agit par la sensation. De cette action qui au fur et à mesure de la répétition subsistait ou disparaissait (la sensation de brûlure) de ce on à la mesure de la force du piment. Pour faciliter son emploi et son interprétation dans un contexte culinaire, l'échelle de Scoville est présentée sous forme de table de 0 à 10.

❖ Anatomie et caractéristiques chimiques de capsicum

Le capsicum se compose de 38 % du pericarte de 2 % de la membrane inférieure, de 65 % des graines et de 4 % de tiges. La capsaisin est une substance cristalline exceptionnellement forte et irritante avec une sensation de chaleur produite par les capsicum. La capsaïcine est un composé incolore, cristallin et amer du piment. Les caractéristiques physiques et chimiques sont :

- Son poids moléculaire est de 305, 46, son point de fusion est 65 °C, son point d'ébullition est de 81 °C, sa pression de vapeur est de 40 et sa densité de 1,59.

Partie II : Etude expérimentale

- La concentration de capsaïcine du piment moyen est d'environ de 0,17% à 0,58% dans le péricarpe et de 6,6% à 7,7% dans la membrane intérieure.
- La couleur provient surtout du péricarpe les grains de piment contenant 19% d'huile et 0,024% de capsaïcine.

❖ **Labour et fertilisation**

Le labour profond pour la plante est généralement situé durant l'automne. Il convient d'enfouir les quantités de fumure suivantes :

- 30 à 40 T / ha de fumier.
- 10 Q x de NPK.

❖ **Plantation**

Elle devra avoir lieu 30 à 40 jours après le semis. Le repiquage est fait dès que le système racinaire est formé. Et où les plants sont à 6 feuilles et une hauteur comprise entre 7 à 10 cm. L'écartement entre plant et plant est de 30 à 45 cm entre les plants.

- ❖ **L'isolement** : Les fleurs du piment sont autogames.
- ❖ **Les soins culturaux** : Binage – irrigation – palissage.
- ❖ **Etat sanitaire** : La maladie recensée au niveau du plant du piment est la chute des feuilles, les jeunes plants sont particulièrement sensibles.
- ❖ **Moyen de lutte**

Les piments, poivrons sont plus sensibles que la tomate. Dans le cas où le plant est contaminé, les feuilles adultes portent des taches annulaires.

❖ **Les exigences de la plante**

➤ **Exigences édaphiques**

Le piment est une culture exigeante en température. La température de développement est comprise entre 22 à 25 °C et à permettre une température inférieure à 9,5°C. Et une température en dessous de 13°C les semences ne germent pas. Cette culture redoute la sécheresse, de ce il est indispensable de maintenir le sol à un degré de fraîcheur constant. C'est une culture qui estime les terres profondes bien drainées. Les sols lourds et froids sont à écarter. Les terres fraîches sont idéales. Le pH optimum se situe à 6.

❖ **Quantité de la semence**

La semence du piment devra avoir une faculté germinative de 80 % minimum et une dureté d'espèce à 100 %.

Partie II : Etude expérimentale

❖ **Conduite de la culture**

➤ **Semis** : l'époque de semis du piment est située entre Février et Avril en fonction des conditions climatiques des zones.

➤ **Dose de semis** : 300 g /ha, à la fin du mois de Mars et au début du mois d'Avril, en mottes et élevés sous serre, et en pots en traitant contre ces aphides.

❖ **Engrais de couverture**

A raison de 9 q d'ammonitrate et de 9 q de sulfate de potasse en 6 apports.

❖ **Récolte**

La récolte se fait lorsque le plant atteint sa taille 7 à 14 cm et va lentement se transformer en fruit rouge. La récolte s'effectue toujours manuellement. Elle ne concerne que les fruits rouges.

II-4 La tomate

La tomate peut être irriguée à la raie ou à l'aspersion. La tomate irriguée à la raie se développe rapidement. Ce système d'irrigation peut augmenter le rendement de 4 à 8 t /ha par rapport au système d'irrigation en goutte à goutte ou aspersion. La tomate demande un système d'irrigation bien confectionné de manière à ce qu'il n'y aura pas d'échecs sur les plants.

❖ **L'eau d'irrigation et les rendements de la tomate**

Les augmentations de rendements de la tomate sont fonction des besoins en eau et en engrais à introduire dans le sol. Pour le développement des plants du point de vue cycle végétatif, il importe de bien réaliser la programmation des arrosages. Il faut éviter les doses excessives qui peuvent provoquer l'hydro/ morphie, les pertes d'engrais et des réductions de rendement. Il importe de dire que plus on augmente la dose, plus le rendement augmente, jusqu'à un certain seuil ou la réponse de la culture devient perturbée. Parallèlement, on peut conclure que le volume d'humectation du sol, dans le cas général diminue la productivité.

Amari, Ammam et Sedroud (in Ferrah nadia) ont mis en évidence les effets des différents traitements en eau sur la production de la tomate à travers les paramètres physiologiques suivants :

- La croissance en hauteur et en épaisseur de la tige principale.
- L'évaluation du taux de matière sèche de la partie aérienne et racinaire.
- La profondeur d'enracinement.
- La surface foliaire.
- La qualité physico/chimique du fruit.

Partie II : Etude expérimentale

- La production et les rendements à l'hectare.

❖ Les exigences climatiques

La tomate est sensible aux températures basses, ainsi qu'aux températures très élevées. La température moyenne optimale de développement se situe à 21°C, soit une amplitude qui varie entre 15 à 20°C. Les températures élevées pendant le jour sont acceptables jusqu'à 25°C. Les rendements peuvent diminuer lorsque l'humidité atmosphérique est faible, et les vents forts. Les températures nocturnes pour plus de 25°C provoquent un développement végétatif important. Au contraire des températures basses qui rendent le pollen très peu mobile (H. Hammat et Fakkache 1998 in Ferrah nadia).

❖ La lumière

Un éclairage de 14 heures par jour est nécessaire pour une bonne nouaison.

❖ Exigences édaphiques

La tomate craint beaucoup l'eau en surplus, exigeant un drainage important et même temporaire. Le pH doit être légèrement acide (6.5 à 6). La tomate est modérément sensible à la salinité, et supporte 2 à 4 g/l de sels. Pour la tomate une terre riche en matière organique. La tomate vient en tête d'assolement, et au contraire en terre pauvre. Elle doit suivre la récolte de la luzerne.

❖ La tomate et son socio/économique

D'une année à une autre, il ya une augmentation de la production de la tomate. On enregistre une production de 22660 Tonnes en 1970. De même que les rendements qui ont évolue de 60qx / ha en 1970.

❖ Les contraintes pour la mise en place de la culture de la tomate

➤ D'ordre technique

Lors de l'absence de désherbage et de traitement, la tomate est sujette à des parasites.

➤ D'ordre socio/économique

❖ L'exigence en main d'œuvre

La culture de la tomate demande une main d'œuvre importante car elle est annuelle. La plus grande difficulté réside dans l'absence des relations rationnelles entre producteurs et transformateurs.

Partie II : Etude expérimentale

❖ **Engrais de couverture**

A raison de 9 q d'ammonitrate et de 9 q de sulfate de potasse en 6 apports.

❖ **Récolte**

La récolte se fait lorsque le plant atteint sa taille 7 à 14 cm, et va lentement se transformer en fruit rouge. La récolte s'effectue toujours manuellement. Elle ne concerne que les fruits rouges.

II-5 Les céréales de printemps

Les céréales de printemps, soit le blé, l'orge, l'avoine et parfois le seigle, sont les engrais verts d'automne les plus utilisés annuellement sur les exploitations légumières.

Ils s'adaptent dans les terres noires, représentent une grande amélioration des pratiques culturales. Ces céréales sont d'utilisation flexible, on peut les semer à divers moments de l'année, jusqu'à la fin du mois de Septembre dans les régions du sud. Il faut augmenter graduellement le taux de semis à mesure que l'automne arrive, pour atteindre 200 kg/ha à la fin du mois de Septembre. Leur chevelu racinaire ramifié, développé et stabilise la structure du sol, et leurs complètent bien les légumineuses dans un mélange. Elles précèdent bien les cultures implantées tôt- comme les pois, les radis, laitues-épinards. Car elles gèlent en hiver. Certains pratiquent même les semis où la plantation direct de printemps suivant, sans préparation de sol, si le couvert de sol est manœuvrable. Les céréales peuvent être semées très tard, même s'il à peu de feuilles, son système racinaire fortement ramifié aura un excellent effet sur la structure du sol. L'avantage, c'est que les céréales peuvent être cultivées dans des sols pauvres. Des mélanges simples sont utilisés de longue date à l'exemple blé / avoine, ray gras et trèfle. Aération, humidité, température, pH, taux de carbone et d'azote sont les paramètres à gérer pour réussir le blé.

III- Irrigation

L'irrigation consiste à inculquer de l'eau au sol afin de solutionner les problèmes des périodes sèches. Pour y subvenir aux besoins en eau de ces périodes il faut connaître :

1/ La dose d'arrosage reconstituant la réserve utile, qui est liée au type de sol et à la profondeur des racines.

2/ La fréquence avec laquelle on se trouve dans l'obligation d'apporter cette dose.

Partie II : Etude expérimentale

3/ Finalement, les quantités d'eau à faire apporter aux différentes plantes suivant les différentes phases du cycle végétatif.

❖ Définition

➤ La dose d'irrigation

La dose d'irrigation est la quantité d'eau qu'il faudra ramener à chaque irrigation dans le but de maintenir la frange de sol exploitée par les racines à un niveau d'eau constant sans qu'il y est perte d'eau en profondeur, et en surface de la parcelle. (Réserve utile) .L'irrigation doit se faire voir à chaque tour d'eau, suivant une dose pratique où réelle qui correspond à la réserve utilisable par les plantes (R .F.U).

➤ La fréquence d'arrosage

Dans le but de faire reconstituer le sol en eau, et d'éviter les irrigations fréquentes, on se trouve dans l'impératif de maintenir le taux d'humidité du sol toujours supérieur au point de flétrissement. Le paramètre « d'évapotranspiration variant dans le temps et dans l'espace en fonction de la demande climatique, le tour d'eau varie inversement proportionnel à ce dernier :

$$T = d p / E T J$$

T = tour d'eau (j,h)

d p = dose pratique (mm)

ETJ = évapotranspiration à tour journalier (mm)

➤ Mode d'irrigation

Dans notre d'irrigation qu'on adopté est celui de la submersion. C'est la technique la plus ancienne, elle est appliquée actuellement dans les unités de production phoenicicole. L'irrigation de surface « ou de submersion consiste à épandre de l'eau en surface sur une hauteur d'eau de la seguia. L'irrigation est organisée suivant une partie ou sur la totalité de la parcelle tout en étant réglée par la profondeur de la seguia. Dans ce mode d'irrigation, il ya en à trois types :

- Irrigation par submersion
- Irrigation par planche
- Irrigation par la raie

Partie II : Etude expérimentale

Pour tous ces types d'irrigation, la méthode consiste à déverser l'eau du point haut vers le point bas, tout en remarquant une diminution du débit au fur et à mesure, qu'elle s'écoule le long de la pente avec des pertes par l'infiltration. (Booher 1974)

Parallèlement à cette partie, il existe au niveau de ce système des pertes par percolation et par ruissellement. Ce qui nous oblige à dire que les quantités d'eau à utiliser sont importantes.

III-I Caractéristiques du système d'irrigation utilisé dans notre étude

Tableau n° 03 : Caractéristiques techniques des systèmes d'irrigation

Pression au niveau des sorties (bars)	0
Débit au niveau des sorties l/s	5 l/s par prise
Intervalle entre les irrigations	1 semaine
Fluctuation de l'humidité du sol en fonction du temps	Fluctuation entre la capacité au champ et le point de flétrissement
Efficacité perte d'eau (en %), Forste Schlualen (en %)	45 à 70 30 à 55

Nous pouvons conclure que l'efficacité et la justesse auxquelles sont satisfaites les plantes sont les paramètres les plus importants à prendre en considération, et nous permet de détecter les avantages et les inconvénients d'un système d'irrigation par rapport à un autre.

Pour notre étude de recherche sur les besoins en eau, notre choix sur le système d'irrigation par planche a été basé sur :

- Les ressources disponibles en eau (Forage).
- Le coût faible de l'installation.
- L'expérience assez longue d'utilisation de ce système par l'ensemble des exploitants.



Matériel et méthodes

Matériel et méthodes

I - Matériel et méthode

I-1 Terrain expérimental

Notre expérimentation s'est exprimée sur un espace de terre très réduit de superficie 65.5 m². L'orientation de la parcelle expérimentale est Est/Ouest. Elle est entourée par du palmier dattier.

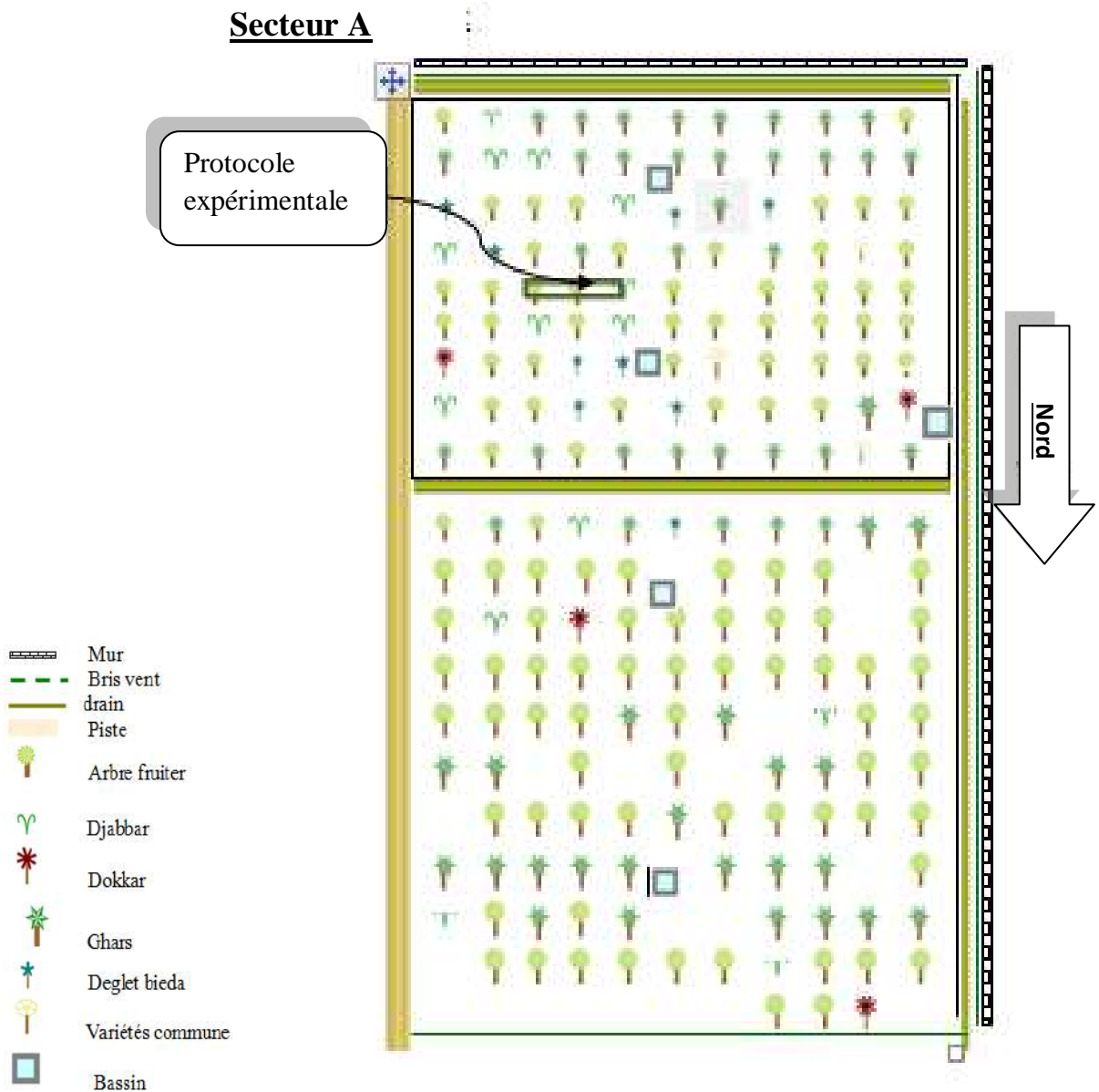


Figure n° 06: Représentation du secteur A1 de l'exploitation de l'I.T.A.S

I-2 Dispositif expérimental

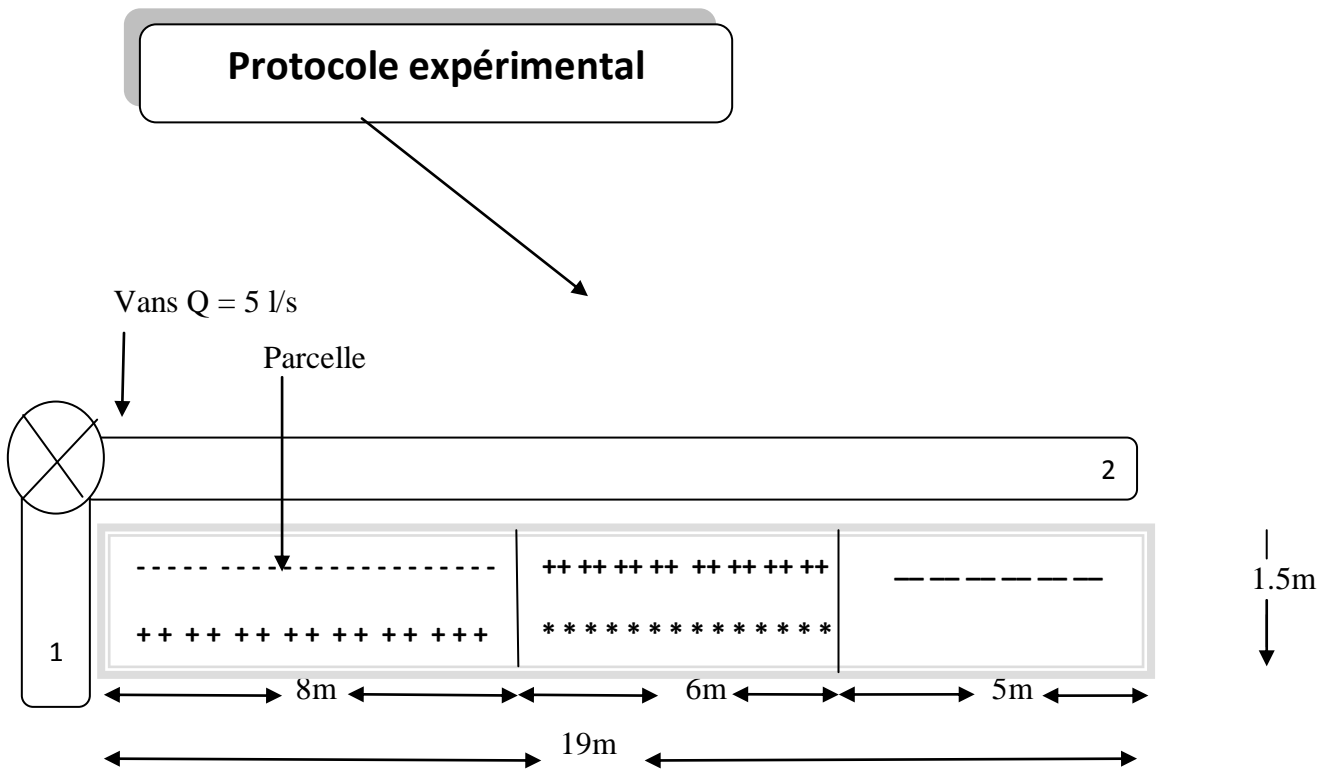
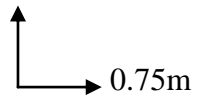


Figure 07 : Protocole expérimental

Eche : 1.5m

Légende :



Symbole	Signification
- - -	Blé
+ +	Orge
* *	Oignon
++ ++	Tomate
— —	Piment
1 . 2	Seguia
Vans Q = 5 l/s	Débit au niveau des sorties l/s = 5 l/s par prise

II-L'échelle représentative de l'expérimentation

II-1 L'espace de l'exploitation de l'ITAS

II-1-1 Contraintes et aptitudes bioclimatiques

L'ITAS fait partie de la vaste cuvette de la région de Ouargla qui prend en limites au nord les wilayas de Djelfa et D'oued, au sud celles de Tamanrasset et Illizi, à l'ouest celle de Ghardaïa.

Espace sujet à la mise en valeur, l'ITAS est une zone à caractère sec. Certes, il n'est pas improductif parce que situé dans le semi /aride, mais il est certain que son développement attire sur bien des phénomènes, et qu'à tout moment les activités politico / économiques doivent le prendre en compte dans les lignes directives du développement de la wilaya de Ouargla.

L'ITAS sur une étendue de 40ha, en totalité aride et situe dans le Sahara Septentrional constitue une frange à double faciès. L'un qui supporte des hivers froids, et l'autre des étés très chauds. Cette dichotomie de caractère climatique présente toutes les spécificités du climat saharien et qu'il se décrit sur toute sa périphérie:

Températures très élevées en été (50°C) et des précipitations très faibles moyenne / annuelle 3,03mm. Avec des fourchettes en minima, et maxima comprises entre 0,10mm et 7,51mm. Ce qui a donné un rythme opposant hiver humide à été sec vis-à-vis de sa topographie

L'ITAS est plus ou moins différent des autres espaces de la cuvette de Ouargla. Situé à la limite inférieure du batten de cette dernière. Elle est entraînée par une dégradation éolienne progressive en latitude. Ce qu'il ya, c'est un avantage, car il ya une interposition du batten (vaste bourrelet montagneux) entre les deux parties supérieure et inférieure de ce dernier.

C'est cette dualité combinatoire entre précipitations et températures qui permettent de définir les grandes lignes du développement de l'ITAS. Dans la grande onde qui est la région entière de Ouargla. Cette fonction climatique permet de définir les unités agro climatiques suivant la méthode d'emberger, adaptée dans le climat saharien.

Quelles sont les potentialités agro climatiques ? Elles sont relativement grandes malgré que les précipitations soient insuffisantes. Il ya une autre contrainte bioclimatique c'est le vent.

II-2 Consommation en eau des plantes

II-2-1 Notion de l'évapotranspiration

On appelle évapotranspiration (ET) les pertes totales d'eau d'un couvert végétal. Ces dernières sont fonctions de trois paramètres à savoir :

- Le développement de la végétation
- La réserve d'eau du sol
- Le climat (rayonnement, chaleur de l'atmosphère, vent.)

L'évaporation intégrant ces trois facteurs se résume en trois différentes structures :

II-2-2 L'évapotranspiration potentielle

Cette structure de type évapotranspiration potentielle (ETP) définit une perte totale d'eau sous un climat donné. Le couvert végétal est de caractère totalement développé de condition suffisante. Où l'eau du sol étant de quantité suffisante. Impliquée au sol, pour un climat donné d'une espèce végétale donnée. L'inconvénient c'est que la réserve en eau du sol peut être un facteur limitant.

II-3 Les différentes approches de l'évaluation de la détermination de l'évapotranspiration

THornthwaite et Penman (1948) ont introduit au niveau de l'évaluation des besoins en eau des cultures la notion d'évapotranspiration. Pour Penman, sa méthode d'évaluation a été basée sur le bilan énergétique composant l'évapotranspiration. Et ce, basé sur le potentiel des échanges entre deux milieux à savoir une surface évaporante et l'atmosphère. Finalement, ce qui attrait au bilan énergétique :

II-3-1 Le bilan hydrique par la méthode de Hiler (1980)

Dans son étude Hiler, pour la détermination de l'évapotranspiration, son approche pour le calcul du bilan énergétique a englobé les pertes, les gains et les variations de teneur en eau

Matériel et méthodes

d'un volume de terre défini. Finalement, l'ETP est donc liée seulement aux conditions climatiques, et ce pour un couvert végétal donné.

II-3-2 L'évapotranspiration maximale

La différence qui réside entre l'ETP et l'ETM, c'est qu'au niveau de cette dernière toute l'énergie donnée par le climat n'est pas utilisée pour l'évaporation. Car le couvert végétal n'est pas en totalité couvrant. Dans ces conditions l'ETM est inférieure à l'ETP.

II-3-3 L'évapotranspiration réelle

C'est la perte d'eau réelle du couvert végétal. C'est en sorte la dose qu'il faut inculquer dans cette approche climato / système. Les gains sont décrits par les précipitations (P) et l'irrigation (I) à ces deux paramètres s'opposant les pertes qui enregistrent le drainage (D), le ruissellement (R), l'évapotranspiration (T) et l'évaporation du sol (E).

Le bilan entre ces deux blocs et comme le suggéré Hiler est :

$$(P + I) - (R + D + E + T) = D\theta + DV \quad (1)$$

$D\theta$: Etant la variation de teneur en eau du sol (en mm).

DV : La variation de teneur en eau de la végétation (en mm).

II-4 Simplification de la formule (1)

La simplification de la formule du bilan hydrique est simplifiable pour certaines considérations :

1. Condition topographique dans le cas d'un terrain plat : R se trouve donc négligeable.

$$(1) (P + D) - (D + E + T) = D\theta + DV \quad (2)$$

2. Pour le tempétif d'une phase d'une année : La période est défini sur une année et donc comme assez longue, de ce fait on peut admettre que les variations de la teneur en eau du sol et de la plante sont négligeables, dans ces conditions, l'équation peut s'écrire :

$$P + I = D + E + T \quad (3)$$

Dans une autre condition où l'on se trouve dans une période sèche ou : I et P négligeables on aura :

$$D + E + T = D\theta + DV$$

- Calcul de l'ETP par la méthode du bilan d'énergie :

Matériel et méthodes

III- Formule de Penman (1948)

Dans la méthode de Penman on considère une surface évaporante au niveau du sol qui reçoit l'énergie nette rayonnante R_n ou Penman propose la relation suivante :

$$ETP = \Phi (R_n) + \Phi (E_a)$$

Où $\Phi (R_n)$ est le rayonnement net « R_n » et $\Phi (E_a)$ est le pouvoir évaporant « E_a »

$$\Phi (R_n) = (1 / L) \times (R_n - F_t) / (1 + F_t / \delta)$$

$$\Phi (E_a) = E_a / (1 + F_t / \delta)$$

δ : constante psychrométrique ($\delta = 0,65$).

L : Représente la chaleur latente de vaporisation de l'eau.

P_t : Pente de la courbe des tensions de vapeur saturante.

$$F_t = E_w S - E_w / T S - T$$

$T S$: Température de la surface évaporante.

$E_w S$: Tension de vapeur saturante correspondant à T .

E_w : Tension de vapeur saturante de l'air.

Fonction de vent : $E_a : 0,26 (E_w - E) (QV)$ avec (QV)

De la première formule, on peut en déduire d'une part la formule de Bouchet (1973), d'autre part la formule de Brochet et Gerbier (1975).

V- Formule de Bouchet

Elle s'applique à une surface évaporante placée sous abri (pastille de l'évaporomètre Piche). L'appareil de Piche est composé d'un tube droit incurvé à la base, rempli d'eau. Il imbibe une capsule de buvard servant de surface évaporante. Placé sous abri, il permet de déterminer la quantité d'eau évaporée chaque jour. Dans ce cas d'évaporation on ne fait intervenir que le terme advectif. Le rayonnement étant arrêté par les parois de l'abri météorologique.

L'évaporation de la pastille sera donc égale à : $E_p = \Phi (E_a) = (E_a / (1 + F_t / \delta))$

En considérant que l'ETP est proportionnelle au pouvoir de l'atmosphère on peut écrire :

$$ETP = \alpha E_a = \alpha E_p (1 + (F_t / \delta))$$

La formule de Bouchet peut s'écrire sous la forme

$$ETP = \alpha E_p (1 + \lambda (\Theta)) \text{ dans laquelle } 1 + \lambda (\Theta)$$

Matériel et méthodes

Étant un terme correctif fonction de Φ calculé à partir de la température moyenne (T) et de la température minimale T_{m_0}

$$\Theta = (T + T_m / 2)$$

α : Dépend du type d'abri météorologique

VI- Formule de Brochet et Gerbier (1975)

Brochet et Gerbier ont simplifié la formule de Penman en utilisant des abaques pour déterminer les termes radiatif et advectif partant de la formule :

$$ETP = \Phi (R_n) + \Phi (E_a)$$

Ils donnent deux formules :

VI-1 Première formule de Brochet et Gerbier

Le terme radiatif est calculé par la formule : $ETP = MR_g + n E_p$ (1)

Ce terme radiatif est calculé à partir du rayonnement solaire R_g

Le terme advectif à partir de l'évaporation Piche devient :

$$ETP = m I_g a (0,18 + 0,62 (h/H)) + n E_p$$

Dans laquelle : m et n sont donnés par les abaques en fonction de la latitude et de la saison :

$I_g a$: Rayonnement global à l'unité de l'atmosphère.

h/H : Fraction d'insolation ; le nombre d'heures d'ensoleillement par rapport à la durée du jour.

VI-2 La deuxième formule de Brochet et Gerbier

Le terme advectif est évalué à partir de la vitesse du vent « v à 2m » et des tensions de vapeur actuelle « e » et saturante E W à la température de l'air. On a donc :

$$ETP = m I_g a (0,18 + 0,62(h/H) + 0,26 (EW-E) (1+F t)) / (1+0,4V).$$



Les résultats et discussions

Résultats et discussions

I-Résultats comparatifs d'expérimentation

Tableau n° 04 : Valeurs moyennes des paramètres (ETP. Dr. Inf. RU. Ge. Pluie) sur 10 ans par l'ONM :

Mois paramètre	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Dec
ET ₀ (mm)	118,58	148,49	215,09	278,53	351,11	407,61	462,8	434,73	307,3	255,44	143,19	103,12
Dr (mm)	12	11	7	8	8	11	12	12	6	7	7	12
Inf.(mm)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
RU(mm)	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Ge (mm)	5	6	10	12	0	0	0	0	3	3	4	4
Pluie (mm)	1.02	1.38	6.23	1.68	0.2	0.63	0.35	1.65	3.91	6.48	6.09	1.58

I-1Résultats de l'ETP par l'ONM

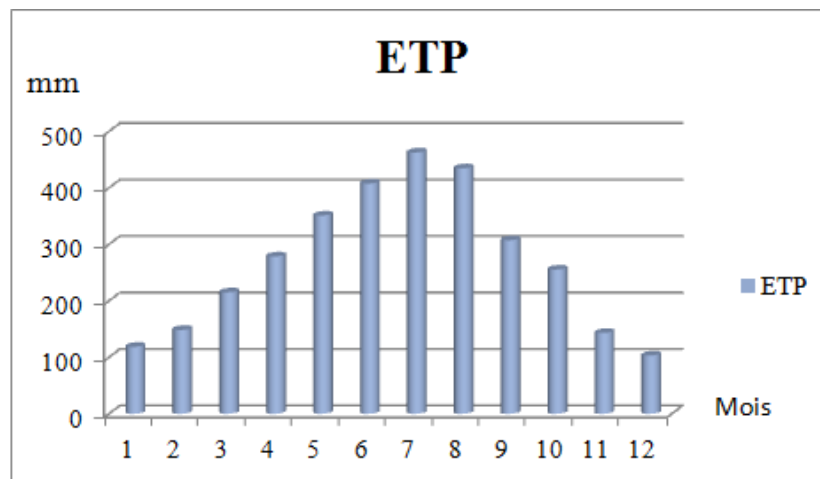


Figure n°08 : Représentation graphique des valeurs moyennes de l'ET₀ sur 10 ans de la région d'Ouargla (ONM)

Résultats et discussions

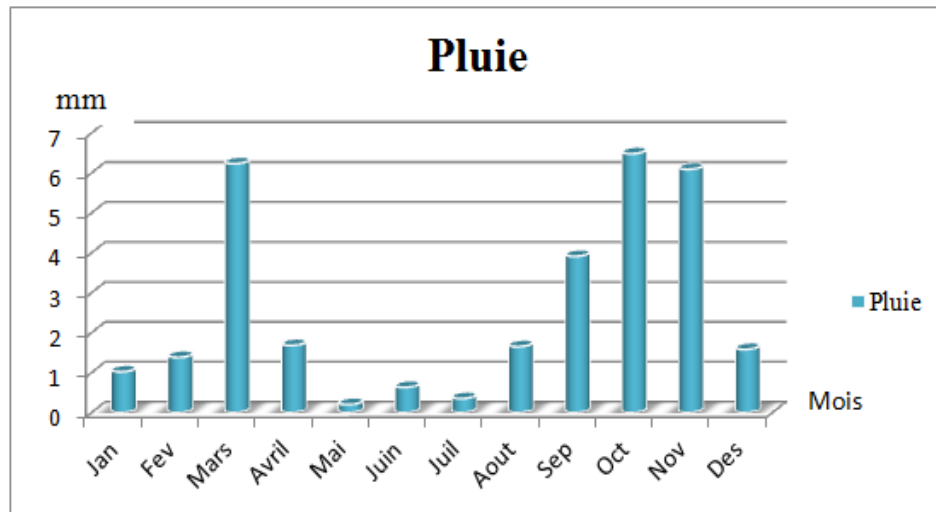


Figure n°09 : Représentation graphique des valeurs moyennes de la pluie sur 10 ans de la région d’Ouargla (ONM)

I-2 Les analyses du bilan hydrique :

Le bilan hydrique dont nous avons mené nos calculs est axé sur les paramètres climatologiques, que l’ONM a enregistrés durant une période de dix années. Nous n’avons pas pu prendre en considération les valeurs qu’on a récoltées au niveau de notre phase expérimentale, qui a duré trois mois, ce qu’est un tempestif non élargi. Dans toute l’expérimentation agricole, il faut tout au moins balayer une période d’au moins huit mois, et ce pour avoir des résultats fiables.

Pour la phase considérée dans notre expérimentation, les calculs ont été basés par l’approche du bilan d’eau. C’est-à-dire, signifier les deux blocs à savoir les gains conditionnés par les intensités de pluie, la réserve utile et la capacité de rétention. Parallèlement les pertes dont le paramètre essentiel est l’E.T.P, suivi par le drainage et l’infiltration. La mise en forme de tous ces paramètres a été basée sur nos questionnaires. Les valeurs à utiliser sont difficiles à y trouver. Jusqu’à présent aucune étude, ni aucune expérimentation n’a été établie dans la zone de notre étude “Ouargla”. Ce qui fait qu’on s’était contenté des valeurs obtenues par bibliographie, que nous avons corrélées avec d’autres valeurs prononcées sur un ensemble d’années. Mais le plus important par des questionnaires on a pu obtenir d’autres résultats. Le plus souvent les différentes valeurs ont été obtenues par l’aide de la D.H.W, l’ANRH et des personnes expérimentées dans le domaine de l’hydro/agricole.

Résultats et discussions

II-Les résultats obtenus dans notre cas d'étude expérimental : la phoeniculture – les céréales – l'oignon – tomate – piment

II -2Résultats du bilan hydrique des différentes cultures

Tableau N° 05 : Valeurs du bilan hydrique des différentes cultures et leurs moyennes

Mois Cultures	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Des	TOT AL
Oignon (mm)		- 298.5	-797.2	-1712	-3196	-5046							- 1104
Tomate (mm)		- 298.5	-797.2	-1712	-3196								-600
Piment (mm)		- 298.5	-797.2	-1712									-280
Phoenicic culture (mm)	- 71.3	- 298.5	-797.2	-1712	-3196	-5046	-7239	-9337	-10478	-11287	-11415	-11398	- 7227
Céréales (mm)	-49	- 127.7	-410.9	-1047	-2180	-3622	-5353	-6930	-7755	-8308	-8293	-8172	- 5224
TOTAL (mm)	-120	-1322	-3600	-7893	- 11769	- 13713	-14690	-16267	-18233	-19594	-19707	-19570	- 1443 9.8

- = Pertes

+ = Gains

I-3-1 L'analyse des valeurs des quantités d'eau obtenues par spéculation :

1/ oignon :

Dans le tableau N°05 on remarque que les valeurs du bilan hydrique progressent d'un mois à un autre dans des rapports assez importants. A l'exemple de l'oignon qui passe d'une valeur en déficit en eau de -298,5mm (au mois de février) à -3196, 2mm au mois de mai. Ce qui est important.

2/ Pour la tomate

Le déficit en eau est pratiquement le même, que l'oignon, cela s'explique que les deux cultures sont placées dans la même connexité du climat, puisque dans la même zone, et qu'elles sont irriguées par le même débit et la même fréquence d'irrigation.

Résultats et discussions

3/ Pour le piment

Les valeurs des déficits en eau sont progressives d'un mois à un autre - on passe de -298,5mm au mois de Février à -1711,6mm au mois d'Avril.

4/ Pour la phoeniculture

Sont différentes, puisque d'une part le cycle est annuel et la période critique est bien claire avec des valeurs bien définies durant la période critique de pointe - c'est-à-dire « Juin-Juillet-Aout » où l'on a enregistré (-5045, 5mm Juin, -7238,6mm au Juillet, et -9337,4mm Aout)

5/ Pour les céréales

Le cycle est annuel, et comme pour la phoeniculture, la période critique de pointe est bien claire quant aux données climatiques récoltées dans la zone, et ce par le biais de l'ONM.

Les valeurs sont progressives et sont définies normalement suivant la période critique de pointe. Les valeurs sont de- 3622mm pour le mois de Juin,-5352 ,5mm pour le mois de Juillet, -6929,7mm pour le mois d'Aout.

D'une façon générale, suivant les valeurs trouvées pour les cultures, on remarque que le déficit en eau est plus important par rapport aux céréales dont les valeurs sont obtenues pour le même cycle annuel-pour les cultures sous-jacentes l'oignon occupe la première place du point de vue déficit hydrique sa demande en eau est importante.

En conclusion, Nous pouvons suggérer que les déficits en eau sont très importants, ce qui attrait à des dimensionnement, des réseaux d'irrigation très grands. Et ce en qui concerne les débits fictifs critiques de pointe assurant les diamètres et dimensionnement des accessoires tels que les longueurs des canalisations, le dimensionnement des planches, des aspersion et des goutteurs. Les autres paramètres se font en conséquence à l'exemple des fréquences d'eau qui seront importantes, secondées par le temps d'irrigation qui sera aussi important.

Résultats et discussions

II-1 L'analyse sur les différents besoins des cultures et par l'apport du bilan hydrique

Pour les calculs du bilan hydrique des différentes cultures, les ETP à prendre en considération sont celles que l'étudiante Koraichi rahila a tout au long de ses recherches obtenu. La démarche est la même, elle est basée sur les gains et les pertes à la même manière que celle calculée pour l'ONM. Les valeurs sont variables d'une méthode d'ETP à une autre. Nous avons enregistré :

- Une forte évaporation pour TURC avec 1968, 4mm.

Tableau 06 : Valeurs du bilan hydrique par rapport à l'ETP de Turc :

Mois Paramètre	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
ETP mm			6.24	6.16	7.87							
Dr mm			7	8	8							
Inf. mm			20	20	20							
RU mm			90	90	90							
Ge mm			10	12	0							
Pluie mm			6.23	1.68	0.2							
Solde mm			+72.99	+142.51	+196.84							
Volume m ³			+729.9	+1425.1	+1968.4							

Tableau 07 : Valeurs du bilan hydrique par rapport à l'ETP de Thornwaite :

Mois Paramètre	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov.	Déc.
ETP mm			12.5	14,5	11							
Dr mm			7	8	8							
Inf. mm			20	20	20							
RU mm			90	90	90							
Ge mm			10	12	0							
Pluie mm			6.23	1.68	0.2							
Solde mm			+66.73	+127.91	+179.11							
Volume m ³			+667.3	+1279.1	+1791.1							

Résultats et discussions

Tableau 08 : Le bilan hydrique par rapport à l'ETP de l'évaporomètre :

Mois Paramètre	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
ETP mm			5.2	9.46	15.2							
Dr mm			7	8	8							
Inf. mm			20	20	20							
RU mm			90	90	90							
Ge mm			10	12	0							
Pluie mm			6.23	1.68	0.2							
Solde mm			+74.03	+140.25	+187.25							
Volume m ³			+740.3	+1402.5	+1872.5							

Tableau 09 : Le bilan hydrique par rapport à l'ETP de bac classe « A » :

Mois Paramètre	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov.	Déc.
ETP mm			10.48	14.58	13.65							
Dr mm			7	8	8							
Inf. mm			20	20	20							
RU mm			90	90	90							
Ge mm			10	12	0							
Pluie mm			6.23	1.68	0.2							
Solde mm			+68.75	+129.85	+178.4							
Volume m ³			+687.5	+1298.5	+1784							

Tableau 10 : Le bilan hydrique par rapport à l'ETP de Piche

Mois paramètre	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
ETP mm			12,5	20,26	34,58							
Dr mm			7	8	8							
Inf. mm			20	20	20							
RU mm			90	90	90							
Ge mm			10	12	0							
Pluie mm			6.23	1.68	0.2							
Solde mm			+67.23	+122.65	+150.27							
Volume m ³			+672.3	+1226.5	+1502.7							

Résultats et discussions

Tableau 11 : Le bilan hydrique par rapport à l'ETP de Blaney et Cridele :

Mois Paramètre	Jan	Fé v.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
ETP mm			66,49	65,66	71,79							
Dr mm			7	8	8							
Inf. mm			20	20	20							
RU mm			90	90	90							
Ge mm			10	12	0							
Pluie mm			6.23	1.68	0.2							
Solde mm			+12.74	+22.76	+13.17							
Volume m ³			+127.4	+227.6	+131.7							

Deuxième bloc de calculs des E.T.P est doté par de grandes valeurs. L'impact de ces valeurs se trouve sujet au niveau du calcul des paramétrés dimensionnels qui seront assez importants. Tant que les valeurs des ETP dans un projet sont importantes, tant que les valeurs dimensionnelles seront en conséquence à la seule condition que le débit calculé pris en forme par l'ETP, considérée comme la dose ce qui s'ensuit par la suite sur les caractéristiques des appareils fournissant l'énergie à l'exemple de la puissance de la moto/pompe.

Résultats et discussions

II-2 L'Analyse biométrique des cultures proposées dans notre expérimentation :

Tableaux récapitulatifs n°12 :

1/ Oignon : Le nombre total de l'oignon = 57 plants, à prendre 1/10, donc 5.7 => 06 plants :

Date de plantation	Espèces	N° de la plante	Longueur de la racine (cm)	Longueur de la tige (cm)	Nbr des ramifications	Poids de la plante (g)
11/03/2013	Oignon	2	3	11	4	11.08
		13	7	9.5	3	5.6
		19	3.5	10	4	9.58
		23	7	8	3	3.53
		35	5	4	4	8.96
		57	6	7	3	5.30

2/ Piment : Le nombre total de piment = 24 plants, on a pris le 1/10, donc 2.4 => 02 plants :

Date de plantation	Espèce	N° du plant	Longueur de la racine (cm)	Longueur de la tige (cm)	Nbr de feuilles	Poids de la plante (g)
11/03/2013	Piment	1	2	8	6	3.86
		3	2	9	7	6.34

3/ Tomate : Le nombre total de tomate = 29 plants, pris le 1/10, soit 2.9 => 03 plantes :

Date de plantation	espèces	N° du plant	Longueur de la racine (cm)	Longueur de la tige (cm)	Nbr de la ramification	Poids de la plante (g)
11/03/2013	Tomate	13	7	21	6	18
		19	3.5	15	5	9.5
		24	13	14	5	6.92

Résultats et discussions

Résultats d'observation

1/ Oignon

Date de suivi	espèces	N° du plant	Longueur de la tige (cm)	N° de la ramification
16/03/2013	Oignon	2	9.5	2
		13	5	2
		19	6	2
		23	21	2
		35	7	2
		57	6	2
19/03/2013	-	2	33	4
		13	28	3
		19	24	3
		23	22	2
		35	19	3
		57	24	3
30/04/2013	-	2	9.3	2
		13	4.5	2
		19	4	1
		35	18	6

2/ Piment

Date de suivi	Plante	N° de la plante	Longueur de la tige (cm)	N° de la feuille	Diamètre de la tige (mm)
30/04/2013	Piment	1	6.5	4 + (3petits)	3
		3	7.5	7	4
05/05/2013	-	1	7	4grands + (3 petits)	4
		3	8	7grands + (5 petits)	4

Résultats et discussions

Nos suivis biométriques ont porté sur les cultures maraichères à savoir : la tomate – l'oignon – le piment. Les valeurs paramétriques sont variables d'une culture à une autre. Pour notre expérimentation, nous ne pouvons pas prétendre à une véritable rationalité de l'analyse biométrique. La cause c'est que l'expérimentation des cultures maraichères précitées n'a duré que sur un temps de trois mois. Et cela ne correspond à aucune affinité avec les différents cycles végétatifs complets d'une culture. Il est d'intérêt à procéder à des actions répétitives expérimentales. L'essentiel c'est que les étudiantes ont compris la prise en considération de la randomisation, avec une série de formes des calculs. Et surtout la structuration de la plante ou l'on trouve : la longueur de la tige de la plante - nombre de ramification- le poids de la plante - la longueur des racines.

De ces paramètres dimensionnels de forme structurale, les sujets étudiantes n'ont pas manqué de donner les interactions entre ces structures, de manière à considérer que la plante est un système.

Malheureusement l'expérimentation a duré que peu, c'est-à-dire sur un temporel de trois mois. Pour raison, c'est que l'organisation pédagogique est en demeure sur la logique de la mise en œuvre des écrits portant organisation des soutenances en rubrique master.



Partie III :

**La modélisation du bilan d'eau au
niveau de la région d'étude**

I-La modélisation du bilan d'eau au niveau de la région d'étude :

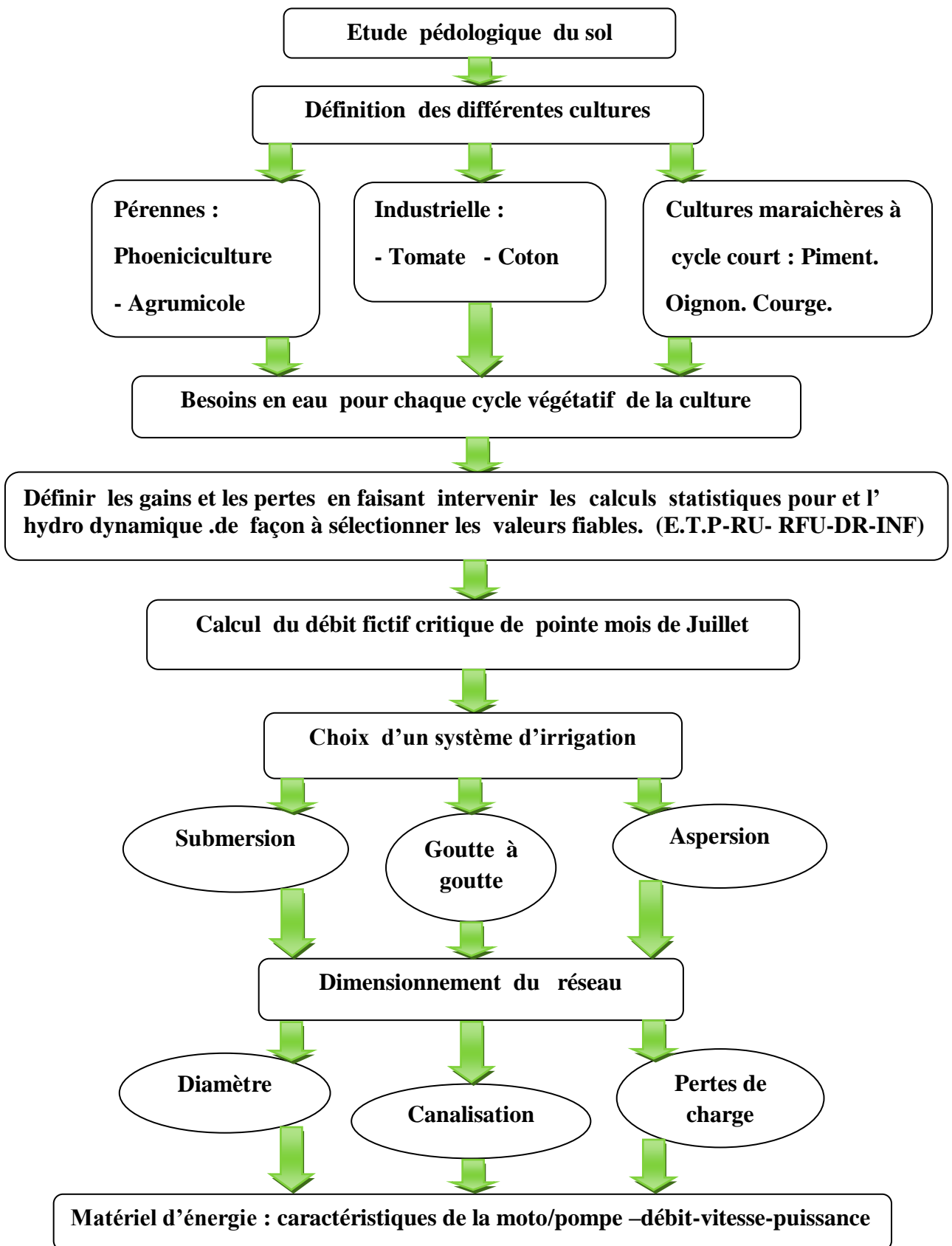


Figure n°10 : La modélisation du bilan d'eau au niveau de la région d'étude

Partie III : La modélisation

I-1Explication du modèle :

Notre étude sur les besoins en eau des cultures est originale. C'est une étude multidisciplinaire sur la gérance de l'eau située dans une exploitation phoenicicole, gérée par un pouvoir administratif pédagogique.

L'originalité de ce modèle réside en :

1-L'élaboration d'une mise au point d'un modèle fondé au départ sur une méthodologie d'étude de milieu agricole phoenicicole.

2-La mise au point, de moyen d'étude et d'une étude critique par les véhicules (ou scénarios) utilisables auprès des divers acteurs.

3-La réalisation d'inventaires complets par les différentes cultures à savoir palmier dattier et les cultures sous-jacentes, nous ont permis d'élaborer des calculs de leurs besoins en eau, à partir de leurs différents cycles végétatifs.

4-L'élaboration d'une ligne de conduite les deux structures « les gains et les pertes ». Qui dans l'espace » feront appel à l'outil statistiques. Ces dernières seront fonction des paramètres climatiques et hydro/dynamiques à savoir : ETP-RU-RFU-Dr-Inf.

5-La mise au point du débit fictif critique de pointe, permettant de dimensionner un réseau de n'importe quel genre, de projet hydraulique.

6-La mise au point d'un programme hydro/agricole, gérant l'espace attribué à la mise en valeur.

7-L'enchaînement étroit des recherches vis-à-vis de l'aménagement – De la gestion – De la communication de relations avec les stratégies des différents acteurs permette de faire remonter l'information du calcul des besoins en eau vers les responsables des unités de production phoenicicole. Le type de production agricole envisagé – **Travaux agricoles – Communications – Articles seront dans l'étude des besoins en eau de première recommandation quant à la mise au point du modèle.**

Partie III : La modélisation

I-2 La description du modèle à mettre en étude de et sa généralisation à court et à long terme par l'outil « recherche action » :

Le modèle sur le calcul des besoins en eau comprend 4 phases :

1/La phase pédo/agricole : sa mise en place par les acteurs technico/agricoles à savoir : Ingénieurs – techniciens, est destinée à identifier les gammes de cultures et leurs exigences en climat – Sol – Eau.

2/Phase d'enquêtes individuelles : réalisées auprès des acteurs politico/économiques hydro/climato/agricoles - D'une part sur l'environnement du point de vue gérance en eau et application des systèmes d'irrigation, et d'autre part sur la politique de la mise en œuvre de la mise en valeur à l'intérieur des unités de production. Et ce, de manière à définir une unité de production type considérée comme « unité décisionnelle ». En tenant compte des paramètres hydro /dynamiques. Qui sont la RU, la RFU. Capacité au champ, densité apparente.

3/Production de calculs de manière à aboutir au débit fictif critique de pointe. Ce paramètre est essentiel quant à la mise au point des structures des différents ouvrages hydro/agricoles, mettant en évidence des comportements et des dysfonctionnements.

4/Le choix des systèmes d'irrigation : fonction des stratégies des acteurs politico/économiques de la mise en valeur en relation avec des stratégies des acteurs « exploitants » gérant les unités de production phoenicicole.

Finalement, l'approche systémique que nous avons entreprise a mis en évidence des faits intéressants. Par exemple nous avons mis au point le problème d'identification qui dérange les exploitants du point de vue gérance de l'eau, et l'adaptabilité des systèmes d'irrigation à l'échelle du semi/aride.

Il ressort des études réalisées que la notion d'unité décisionnelle est très importante, quant à la mise au point de notre modèle. Pour fructifier notre modèle, il est à prendre en considération la notion de « calage du modèle » basé sur des résultats obtenus à l'extérieur de la zone d'étude. A l'exemple des études faites dans le même axe d'étude sur les besoins en eau des cultures dans le domaine du semi/aride.



Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale :

Les résultats de notre expérimentation qui s'est déroulée sur trois mois n'ont pas donné de leur fruit. Car la période expérimentale se trouve dans un temps très court. Alors que pour les calculs du bilan hydrique, il est impératif que le temps expérimental doit se faire sur un temps assez long (une année).

Les plantes utilisées : le palmier dattier et les cultures maraichères ont des réagissements différents du point de vue demande en eau. Les valeurs du déficit hydrique augmentent du simple au double. Enfin les besoins exacts en eau de toutes les cultures précitées, sous irrigation par submersion, en plein champ sont toujours mal connus en agronomie saharienne.

Pour rendre notre travail généralisable dans le temps et dans l'espace, il faut procéder à des répétitions suffisantes, pour pouvoir mener rationnellement les irrigations surtout du point de vue doses, fréquences qui donnent l'aboutissement aux différents calculs du débit fictif critique de pointe, lié aux paramètres dimensionnels à savoir : diamètre, pertes de charge, longueur des canalisations et finalement la puissance de la moto/pompe.

L'essentiel reste à suggérer, pour éviter les échecs en irrigation, l'irrigant doit non seulement tenir compte des conditions hydro/dynamiques du sol, mais des possibilités du réseau d'irrigation existantes.

L'irrationalité dans les calculs des besoins en eau se finalise par :

- Un mauvais projet où une absence totale des calculs.
- Un matériel de mauvaise qualité.
- Un manque total des compétences des agriculteurs concernés.



Annexes

Annexes

Tableau n°06: Valeurs moyennes de la pluie pour le piment sur 10 ans de la région de Ouargla

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Des
Pluie		1.38	6.23	1.68								

Tableau n°07 : Valeurs moyennes de l'ETP pour la tomate sur 10 ans de la région de Ouargla

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Des
ETP		89.1	129.1	167.12	210.7							

Tableau n°08: Valeurs moyennes de la pluie pour la tomate sur 10 ans de la région de Ouargla

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Des
Pluie		1.38	6.23	1.68	0.2							

Tableau n°09: Valeurs moyennes de l'ETP sur 10 ans pour les céréales de la région de Ouargla

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Des
ETP	59.3	74.25	107.55	139.27	175.55	203.8	231.4	217.37	153.65	127.72	71.6	51.56

Tableau 10: Valeurs moyennes de la pluie pour les céréales sur 10 ans de la région de Ouargla

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Des
Pluie	1.02	1.38	6.23	1.68	0.2	0.63	0.35	1.65	3.91	6.48	6.09	1.58

Annexes

Tableau 11 : Valeurs moyennes de l'ETP sur 10 ans pour l'oignon de la région de Ouargla

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Des
ETP		89.1	129.1	167.12	210.7	244.6						

Tableau 12 : Valeurs moyennes de la pluie pour l'oignon sur 10 ans de la région de Ouargla

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Des
Pluie		1.38	6.23	1.68	0.2	0.63						

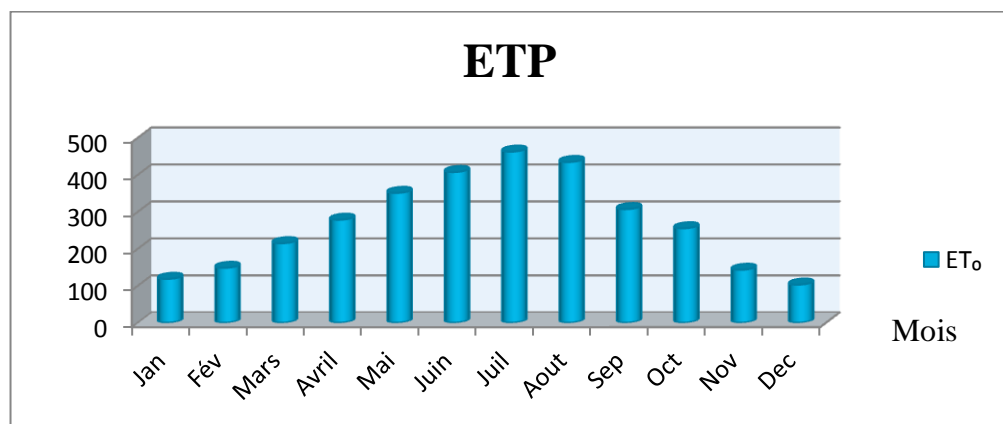


Figure n°01: Représentation graphique des valeurs moyennes de l'ETP pour la phoeniculture sur 10 ans de la région de Ouargla (ONM)

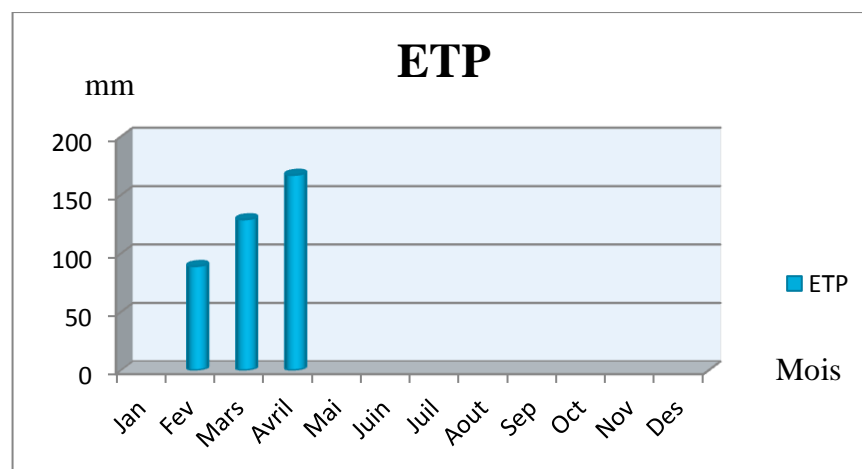


Figure n°02: Représentation graphique des valeurs moyennes de l'ETP pour le piment de la région de Ouargla (ONM)

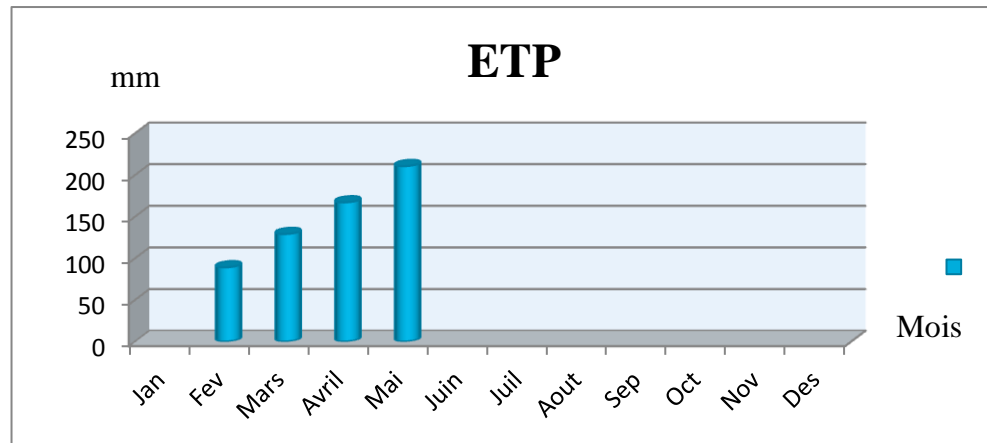


Figure n°03: Représentation graphique des valeurs moyennes de l'ETP pour la tomate de la région de Ouargla (ONM)

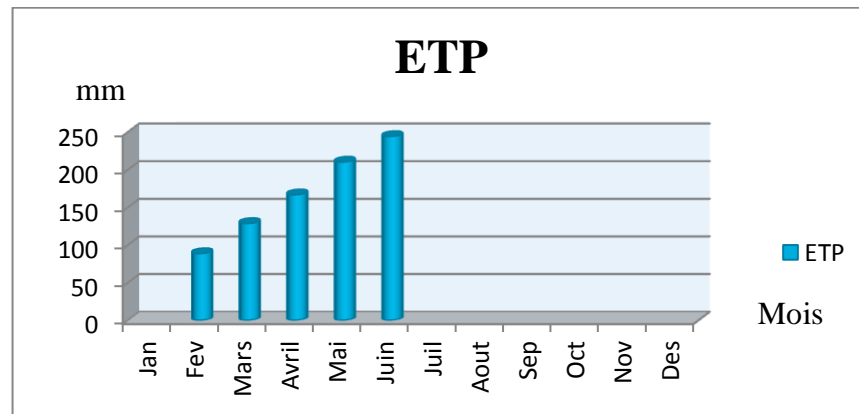


Figure n°04: Représentation graphique des valeurs moyennes de l'ETP pour l'oignon de la région de Ouargla (ONM)

Annexes



Photo n°01 : bac Colorado



Photo n°02: bac I.N.A



Photo n°03 : Pupitre des données : H%, T°C, Vent, Ensellement, Luminosité(L).



Photo n° 04 : Plant avant le repiquage (piment).



Photo n°05 : Protocole expérimentale : Blé, Orge, Oignon.



Photo n°06 : La parcelle sujette à une forte salinité

Annexes



Photo n°07 : Cultures de l'oignon



Photo n°08 : Cultures du piment



Références bibliographiques

Références bibliographiques

BIBLIOGRAPHIE :

- 1/ ANONYME., 1979. Evaluation des quantités d'eau nécessaire aux irrigations, Doc CTGREF, 203p.
- 2/ ANONYME., 1991. L'irrigation dans les palmeraies.
- 3/ ANONYME., 2003. Bien répartir les ressources en eau pour éviter les conflits agri-économiques, Avril 2003, pp 34-35.
- 4/ ANONYME ., 1996 . « Dictionnaires technique multilingue des irrigations et drainage »ICID-CHD, New-Delhi.
- 5/ AYERS R.S et D, W- WESCOTT. La qualité de l'eau en agriculture .Bulletin FAO d'irrigation et de drainage n°29 1984.
- 6/ BALDY C., 1984. Etude fréquentielle du climat, son influence sur la production des principales zones céréalières d'Algérie, Doc CCCE, 152 p, Paris climat méditerranéens, E.
- 7/ BALLIF J-L., 1998. « Dynamique de l'eau et irrigation en champagne »Editions Johamet, Paris
- 8/ BARON C, PEREZ P , MARAUX F .SARROBIL F .Bilan hydrique à la parcelle ;analyse comparatives des bilan annuels et pluriannuels ;analyse des risques climatique. Rapport CIRAD.CA.Montpellier .Montpellier : Cirad-CA, 1996.
- 9/ BASSEZ J et DUBALEN J., 1987. « Matériel et installation d'irrigation par aspersion&é »IGER –BCMEA, Tome I Cemagref, Montpellier.
- 10/ BASTET G. ,1998.Estimation des propriétés de rétention en eau des sols, un analyse bibliographique EGS/AFES pp 7-30.
- 11/ BIELMAN B.,1999. « Maitriser l'irrigation »IPS, les aides pédago logique, Jeans Massonnaud, Paris-
- 12/ BOUTHIER a et BONNEFOY M., 1993. « Céréales, une pratique à adapter selon les sols et les espèces »Gérer l'irrigation en grande culture .
- 13/ BOUZHAR A. ,1990. Création d'oasis en Algérie CIHEAM, n°11, pp 325-328.
Brochet P, L'évaporation, aspect agronomique évaluation pratique de L'ETP, Monographie de la météorologie nationale, N°67 p.
- 14/ BROUWER C, PRINS K, Kay M et HEIBLOEM M.,1990.Gestion des eaux en irrigation ,Manuel de formation n°1, « Introduction à l'irrigation » FAO, Rome.
- 15/ CHENNAFI H ., 2005. Valorisation des apports d'appoint d'eau sur le blé dur en zone semi aride, université de Bejaia, 5-6 Juin 2005, séminaire international sur l'environnement et ses problèmes connexes.

Références bibliographiques

- 16/ DAMAGNEZ J., 1976.DEKKICHE Ali.** Contribution à l'étude des régimes hydrologiques des bassins de la Tafna, évaluation du bilan des ressources en eau superficielle, mémoire de magistère, USTO, Département hydraulique, janvier 2005.
- 17/ DOTCHEV D.G., 1982.**Rapport analytique de l'expérimentation en cultures irriguée .CERCI/FAO. Haut-Volt
- 18/ DUOREMBOS J. , 1976.**Les besoins en eau des cultures-Bulletin d'irrigation et de drainage. FAO n°24
- 19/ DURAND D., 1997 .**Le domaine aride, 20 p, France.
Economie de l'eau en zone aride : climat et efficacité de l'eau ; gestion des ressources en eau. Annales de l'JNA 2(6), 25 - 20.
- 20/ FAO .,2002.** Eau et agriculture, produire plus avec moins d'eau. Ed FAO, Rome, 44p.
- 21/ GENES H . ,1997.**La vie dans les déserts, France, 92p.
- 22/ GRANIER A. ,1995.** Modélisation du bilan hydrique des peuplements forestiers Rev, For, France, 47p.
- 23/ GUEORGUIEV D. et COLL ., 1980.**Etude des précédents culturaux en irrigué dans la région de Tessaout, Al-Awamia, 58p.
- 24/ ISSOLAH A. ,1983.**Contribution à l'étude de l'évapotranspiration et des besoins en en eau du maïs-Grain.Thèse Mag.,INA.,EL Harrach.
- 25/ JOUVE P.DAOUDI A.** Effet de la position du cycle cultural sur l'élaboration du rendement du blé tendre et de l'orge en zone semi-aride et aride Marco-caines.Agron Trop 1984 ;39 :216-28.
- 26/ LAROUC I N.,1991.**Contribution à la conception d'un évaporomètre sur surface poreuse thèse ING, AGR, INA ,El-Harrach.
- 27/ LASRAM M. ,1990.** Les systèmes agricoles oasiens dans le sud de la Tunisie, CIMA, n°11, pp 21-27.
- 28/ LEENHARDT D.** Spatialisation du bilan hydrique. Propagation des erreurs d'estimation des caractéristiques du sol au travers des modèles de bilan hydrique. Cas du blé dur d'hivers. Thèse, ENSAM-INRA, Montpellier, 1991.
- 29/ PENMAN H. L., 1948.** Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. R. Soc. London, 193: 120-145.

Résumé : Evaluation des quantités d'eau nécessaires aux irrigations du palmier dattier et des cultures sous – jacentes : En agronomie saharienne ,les unités de production sont sujettes à un déficit hydrique important. L'amélioration des cultures du palmier dattier, et les cultures sous jacentes passerait par la recherche d'une meilleure maîtrise du bilan hydrique avec tous les facteurs climatiques et hydrologiques intégrés .A savoir l'E.T.P, le drainage , l'infiltration , la réserve facilement utilisable ,et la pluie. A ce titre une expérience conduite en plein champ à l'échelle de l'exploitation de l'institut agronomique de l'université de Kasdi Merbah Ouargla a permis d'évaluer les quantités d'eau en terme de volume. Du palmier dattier joint a certaine cultures maraichères : oignon - tomate - piment. Et sans faire abstraction des cultures céréalières le blé et l'orge. Les bilans d'eau sont différents d'une spéculation à une autre et se définissent par les résultats suivants: un total en déficit en eau de : -72273mm pour la phoeniciculture. -52246 mm pour les céréales.-1104 mm pour l'oignon. -6003 mm pour la tomate. -2807 mm pour le piment. Ces résultats incitent les exploitants à adapter les doses proposées dans leur pratique de production ayant pour optique l'augmentation de leur rendement.

Mots clés : Evapotranspiration - Point de flétrissement - Bilan hydrique - Drainage – Phoeniciculture - Cultures maraichères.

ملخص: تقييم كميات المياه اللازمة لري أشجار النخيل و المحاصيل التي بجانبها

في الهندسة الزراعية الصحراوية, وحدات الإنتاج تخضع لعجز كبير في المياه. تحسين المحاصيل نخيل التمر و المحاصيل الأساسية , يكون من خلال البحث عن أفضل سيطرة على التوازن المائي مع جميع العوامل المناخية و الهيدرولوجية . و تشمل : التبخر و النتج , صرف المياه , تسرب المياه , المياه الاحتياطية القابلة للاستعمال بسهولة , المطر . كما تم استخدام هذه التجربة التي أجريت في هذا المجال على نطاق تشغيل المعهد الزراعي التابع لجامعة قاصدي مرباح ورقلة من أجل تقييم كمية المياه من حيث الحجم. نخيل التمر مشترك مع بعض محاصيل الخضار البصل الطماطم الفلفل. و من دون قراءة محاصيل الحبوب : القمح والشعير, أرصدة المياه تختلف عن بعضها البعض , و التكهانات يتم تحديدها من خلال النتائج التالية : عجز إجمالي في الماء : لنخيل التمر- 72273 ملم, الحبوب52246 - ملم , 1104 - ملم للبصل, 6003- .ملم للطماطم ,مم الفلفل الحار:2807- . هذه النتائج تشجع المزارعين على التكيف مع ممارسة الإنتاج المقترحة مع جرعات البصرية لزيادة أداؤها

الكلمات الدالة: التبخر و النتج , نقطة الذبول , رصيد المياه , صرف المياه, النخيل , محاصيل الحدائق .

Evaluation of the amount of water needed for irrigation of date palm, and plants – underlying:

Summary :

In agronomy Saharian, production units are subject to significant water deficit. Crop improvement of date palm, and crops underlying will be pass by looking for a better control of the water balance with all the climatic and hydrological factors included. Namely E.T.P, drainage, infiltration, easy to use reserves, and the rain. As such an experiment conducted in the field at the scale of operation of the Agricultural Institute of the University of Kasdi Merbah Ouargla was used to assess the amount of water in terms of volume. Date palm joint has some vegetable crops: onion - tomato - pepper. And without reading the cereal crops wheat and barley. Water budgets are different from one another and speculations are defined by the following results: a total deficit in water:-72273mm for date palm.-52246 mm grain. -1104 mm onion. -6003 mm for tomato. -2807 mm pepper. These results encourage farmers to adapt their proposed production practice with optical doses to increase their performance.

Keywords: Evapotranspiration - Wilting point - water balance – drainage - date palm - market garden crops.