UNIVERSITE KASDI MERBAH, OUARGLA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Projet de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER Académique

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Agronomie

Spécialité : Protection de la ressources sol-eau et d'environnement

Présenté par:**M^me^BEN MANSOUR Siham**

M^elle^KORICHI Rahila

Thème

Etude de l'évapotranspiration réelle liée à l'évapotranspiration potentielle et à la production agricole phœnicicole à l'échelle de l'écosystème de l' ITAS. Mise au point d'un modèle basé sur la consommation de l'eau et la production agricole.

Soutenu publiquement le:30/06/2013

Devant le jury

1 −SAKER M,L (MCA)Président UKM Ouargla
2 −BELAROUSSI M (MAA) Examinateur UKM Ouargla
3 −KAHELSEN K(MCA) Encadreur UKM Ouargla

Année universitaire : 2012/2013

REMERCIEMENTS

En premier lieu nous tenons à remercier Dieu, pour Nous avoir donné la forcer à accomplir ce travail

Notre promoteur ; Mr. KAHELSEN Kamel Nous tenons à lui Exprimer nos remerciements pour sont soutien et ses Conseils.

Nous remercions également le président et les membres de jury pour avoir accepté de juger ce travail.

Nos remerciements vont également à toutes les personnes qui Contribuent de prés ou de loin pour leurs soutiens et les Conseils dont nous avons bénéficiés tout le long de ce Travail et tout l personne de l'Université Kasdi Merbah Ouargla

- *BEN MANSOUR Siham*
- *KORAICHI Rahila*

Liste des Photos

Photo N°	Titres	Page
01	Anémomètre	8
02	Girouettes	9
03	Pyranomètre	10
04	Hygromètre	11
05	Evaporomètre	40
06	Echelle gradue de l'evaporomètre	40
07	Bac class a	41
08	Appareils de mesure des paramètres climatiques	44
09	Pupitre électronique	45

Liste des Figures

Figure N°	Titres	Page
01	Schéma met en évidence la vision synoptique de la recherche sur les ETP	04
02	Bac class «A »	19
03	Bac Colorado	20
04	Evaporométre Piche	21
05	Situation géographique de l'exploitation de l'université de Ouargla	34
06	Schéma de l'évaporomètre sur surface poreuse	38
07	Schéma du site et du dispositif expérimenta	41
08	Variation mensuelle de l'ETP de Piche	48
09	Variation mensuelle de l'ETP de l'évaporomètre	49
10	Variation mensuelle de l'ETP de bac class A	50
11	Variation mensuelle de l'ETP de BLANEY et CRIDDLE	51
12	Variation mensuelle de l'ETP de TURC	52
13	Abaque établi par THORNTWAITE pour le calcul de l'évaporation brute mensuelle.	53
14	Variation mensuelle de l'ETP de THORNTWAITE	54
15	Variation mensuelle comparative de l'ETP par les différentes méthodes	56

Liste des Tableaux

Tableau N°	Titres	Page
01	Variation mensuelle des paramètres climatiques (2003-2012).	**35**
02	Variations mensuelles des paramètres climatiques sur les trois mois de l'expérimentation Année 2013	**45**
03	Valeurs de l'ETP données par l'office national de météorologie (ONM) sur 12 mois, région de Ouargla	**46**
04	ETP selon la formule de piche durant la période expérimentale (Mars. Avril . Mai.2013)	**47**
05	ETP selon la formule de evaporométre durant la période expérimentale (Mars. Avril . Mai. 2013)	**48**
06	ETP selon la formule de bac class A durant la période expérimentale (Mars. Avril . Mai. 2013)	**50**
07	ETP selon la formule de BLANEY et CRIDDLE durant la période expérimentale (Mars. Avril . Mai. 2013)	**51**
08	ETP selon la formule de TURC durant la période expérimentale (Mars. Avril . Mai.2013)	**52**
09	ETP selon la formule de THORNTWAITE durant la période expérimentale (Mars. Avril . Mai.2013)	**54**
10	Valeurs de l'ETP selon les différentes méthodes des calculs	**55**

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
cal/cm^2	Calorie/centimètre carré
D	Drainage
H	Heure
Ha	Hectare
Hp	Humidité de profondeur
Hr	Humidité relative
ITAS	Institut Technologique d'Agronomie Saharienne (Ouargla)
KC	Coefficient cultural
Mb	Millibar
Mm	Millimètre
ONM	Office national de météorologie
Pr	Profondeur
Ru	Réserve utile
S	Surface en ha

Table des matieres

INTRODUCTION GENERALE……..……..... .1

APPROCHE…….……..……..…….2

METHODOLOGIE DE TRAVAIL…….3

PARTIE 1 :ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction……..5

Chapitre I: Concepts du l'ETP

I.1- Les différents aspects théoriques de l'évaporation…….…….……..….... 6

I.2- Etude physique de l'évaporation……..……..……..... 7

I.2.1- Les constituants paramétriques de l'évaporation …….……..... ..7

I.2.1.1- Le vent …….……. 8

I.2.1.2 -Le Rayonnement Solaire ……..…..... .9

I.2.1.3- Température de l'air……..…..10

I.2.1.4- L'Humidité de l'air……..……10

II.2.1.5- La pression de l'air ……..……11

I.3- Les applications de l'eau pour le fonctionnement de l'agrosystème……..……..…12

I.3.1- l'ETP est la distribution de l'eau d'irrigation……...…12

I.3.2- La répartition de l'eau par la prise en importance des ETP……..……..…13

I.3.3- Impact des Valeurs des ETP sur la fréquence des arrosages……..…….....13

I.3.4- l'ETP est la rationalité des arrosages……...……14

I.3.5- l'ETP et le débit de pointe……...……14

I.3.6- la dose d'irrigation et la valeur de l'ETP…….…….14

I.3.7- Les besoins de la plante…….…….15

I.3.8- La Réserve utile, la réserve facilement utilisable et l'impact de l'ETP……..…15

I.3.9- L'ETP et les sols salins……..…15

I.3.10- L'ETP, le tour d'eau et la fréquence des arrosages…….…15

I.3.11- La durée du tour d'eau et les valeurs des ETP…….…….16

I.3.12- le mode de calcul des systèmes d'irrigation et les ETP……..……..…16

I.3.13- L'intervalle entre les arrosages et les intensités des ETP……..……16

Chapitre II: Concepts de méthodes de mesures et de calcul de l'évaporation.

II.2- Méthode des Bacs Evaporomètres ……...….18

II.2.1- Bac « classe A »……...18

II.2.2- Bac Colorado……...19

II.2.3-Bacs flottants…….....20

II.3- Evaporomètre à Balance…….20

II.4- Evaporométre Piche……..20

II.5- Formule de Turc…….. ……..22

II.6- Méthode PENMAN…… ..22

II.7- La formule de BROCHET……..23

II.8- Méthode de CHRISTIANSEN…… ..23

II.9- Equation de MCILROY et SLATNER……...……24.

II.10- Formule de HAFNER…… ..24

II.11- Formule de DALTON (1802)……...25

II.12- La formule de BLANEY-CRIDDLE……25

II.13- La formule de THORNTWAITE……..26

Chapitre III: Etude conceptuelle de la problématique

III.1- Les différents paradoxes de l'ETP……27

III.1.1- L'évaporation et les conditions de développement du végétal…….27

III.1.2- Le Rayonnement Solaire et le Végétal…….….27

III.1.3- La Température de l'air liée à l'ETP ,la culture du palmier dattier et les cultures sous/ jacentes……..…28

III.1.4- L'humidité de l'air et les valeurs des ETP liées aux cultures du palmier dattier et les cultures sous jacentes…….…28

III.1.5- La pression de l'air liée à l'évaporation et aux cultures du semi-aride…….……29

III.1.6- L'ETP et l'importance en eau des cultures : palmier dattier et cultures sous/ jacentes……..……..…29

III.1.7- l'évapotranspiration maximale « ETM » et les paramètres culturaux……...……29

III.2- Problématique…….…30

III.2.1- les orientations de la recherche pour : la découverte de la problématique……30

III.3- Les hypothèses et les objectifs…….. ……...…...31

III.3.1- Les hypothèses……..……..31

III.3.2- Les objectifs …….…….31

Conclusion……32

PARTIE 2 :ETUDE EXPERIMENTALE

Introduction…….…33

Chapitre I: Matériel et méthode

I.1- Présentation du site d'étude……....34

I.1.1- Caractéristiques géographiques……..….34

I.1.2- Caractéristiques climatiques du site …….….….35

I.1.2.1- Température……..36

I.1.2.2- Humidité relative de l'air…….36

I.1.2.3- Pluviométrie……..……...36

I.1.2.4- le vent……..36

I.1.2.5- l'Insolation……...36

I.1.2.6- l'Evaporation……. ……..36

I.1.3- Caractéristiques édaphiques……37

I.2 Matériels et Méthode…….…..37

I.2.1 Objectif de Travail ……...37

I.2.2 Description des appareils de mesure de l'évaporation ……38

I.2.2.1 L'évaporomètre …….....38

I.2.2.2- Bac class A…….. 39

I.2.3- Le dispositif expérimental……...41

I.2.3.1- Installation du matériel…….42

I.2.3.2- Les données expérimentales…… .. …….42

I.2.3.2.1- Mesure par l'évaporomètre……. …….42

I.2.3.2.2- Mesure par bac classe « A »……. 43

Chapitre II: Résultats et discussion

II.1- Conditions climatiques durant la période d'essai……...44

II.1.1- Température de l'air…….. .46

II.1.2- Humidité relative de l'air……... 46

II.1.3- Ensoleillement…….. .46

II.2- les différents calculs des ETP et Analyse des valeurs données……... 46

II.2.1 Les valeurs de l'ETP données par l'office national de météorologie (ONM)……. 46

II.2.2- Calcul de l'ETP par la méthode de l'évaporométre du piche…… 47

II.2.3- Calcul de l'ETP par la méthode de l'évaporométre……... 48

II.2.4- Calcul de l'ETP par la méthode de bac classe (A)…… 49

II.2.5- Calcul de l'ETP par la formule de BLANY et CRIDDLE sur une période de trois mois..50

II.2.6- Calcul de l'ETP par la formule de TURC……..51

II.2.7- Les valeurs de l'ETP obtenus par la formule de THORNTWAITE méthode de l'abaqu.e53

II.3- La description des différentes méthodes de calculs des ETP……..54

II.4- Critique de l'ensemble des valeurs données par les différentes méthodes des ETP…….55

II.5- Assimilation- ressemblance à notre cas d'étude …….57

Conclusion……58

PARTIE 3 : MODELISATION DE L'ETUDE

Introduction ……59

1- La modélisation de l'étude des évapotranspirations potentielles……..60

2- Explication du modèle……..61

Conclusion……...62

CONCLUSION GENERALE……..63

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE

Introduction et Approche

INTRODUCTION GENERALE

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

-le développement de la végétation

-la réserve d'eau du sol

-le climats(rayonnement, chaleur de l'atmosphère, vent)

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

-l'évapotranspirations potentielle (ETP)

- l'évapotranspirations réelle(ETR)

- l'évapotranspirations maximale(ETM)

En agronomie saharienne, l'essentiel de la mise en place d'une ou de plusieurs cultures réside dans l'étude, et l'analyse des évapotranspirations potentielles. De ce, les besoins en eau d'irrigation varient dans le temps, selon les valeurs des ETP enregistrées durant le cycle végétatif de chaque plante, depuis son développement (de stade de croissance végétative jusqu'à la sénescence; en passant par les stades floraison, et fructification

L'ETP est un paramètre qui constitue en lui-même une importance capitale. A l'exemple, pour mettre en limier les périodes très critiques, qui se sont passées dans un espace ,et ou la production a été compromise. Il suffit de se rappeler les périodes de sécheresse, pour sentir l'aspect primordial de l'étude des ETP. Jusqu'à présent aucune étude n'a été faite dans ce sens, et ce au niveau du climat aride en Algérie (GUEORGUIEV et *al*,1980).

Les besoins en eau des cultures deviennent de plus en plus importants; alors que l'eau se fait rare, par les différentes formes d' évapotranspirations potentielles. Ce qui nécessite, la mise en place d'une politique d'utilisation rationnelle de l'eau; en faisant intégrer les valeurs des ETP, dont l'impact est situé plus particulièrement en irrigation.

Notre objectif est de valoriser les ETP par les différentes méthodes à savoir : Piche- BLANEY et CRIDDLE -THORNTHWAITE - TURC et de se proclamer sur une méthode d'ETP valable et adaptable dans le climat aride.

L'APPROCHE

Pour notre étude de recherche sur l'évapotranspiration potentielle à l'exploitation de l'ITAS, l'approche que nous avons déterminée a été basée sur plusieurs points:

- ✓ Les enquêtes bibliographiques, et sur le terrain ont été d'abord la formule qui nous a permis le mieux de prendre en compte l'intégralité des objectifs définis. De plus le questionnaire permet de canaliser le flot d'informations acquis par les observations et les entretiens avec les exploitants.
- ✓ Ce qui permet d'en faciliter nos analyses et nos conclusions. Cependant, l'utilisation d'une expérimentation nous a paru nécessaire pour tester certaines des hypothèses liées aux différents calculs des ETP, et finalement en conclure sur une méthode d'ETP valable sur tout la Sahara septentrional.
- ✓ l'Approche retenue dans le cadre de notre recherche sur l'évapotranspiration potentielle est double puisqu'elle associe la bibliographie avec intégration des questionnaires et une expérimentation qu'on a suivie in situ.

Dans cette approche dichotomique, nous nous ne manquons pas de mettre en vue que les autres types d'approches à savoir "exploitatoire descriptive" et expérimentale sont de type à prendre en considération. Car ces dernières sont encore au plus un filtre écartant à priori certaines méthodes.

LA METHODOLOGIE DE TRAVAIL

La méthodologie de travail, est de préciser quelques aspects théoriques, sur les calculs des ETP nécessaires à notre recherche.

Nous présenterons dans la première partie : un ensemble de concepts de langage agricole lié à une gamme de paradoxes. Concepts, et paradoxes ont un objectif principal de la mise en œuvre de la problématique générale et le corps d'hypothèses jonction avec les objectifs. Cet ensemble de paramètres ,est de considération primordiale pour l'étude de notre modèle.

Dans une deuxième partie : nous avons procédé à la collecté des données auprès des stations climatologiques qui était une emprise délicate. Il nous a paru important, de rappeler certaines formules, que chaque technicien agronome et exploitant d'une unité de production phoenicicole, sont dans l'impératif de les utiliser . Avec comme outil principal : une station climatologique. Cette démarche est décrite en partie dans ce segment.

La troisième partie: a pour mission de présenter les procédures de la mise en œuvre de la panoplie des ETP. Il aborde les difficultés rencontrées de l'étude sur le terrain des l'ETP et les données récoltées auprès des exploitants et des acteurs responsables des stations météorologiques.

Cette dernière partie a aussi pour objectif de concrétiser par les concepts, et la mise au point les outils de mesures qui seront utilisés dans l'étude. Parallèlement, la dernière composante de cette partie, est la présentation du renouvellement des données par l'évaporometre et celui de la class A.

Finalement, le schéma suivant met en évidence l'ossature de la recherche expérimentale, afin de permettre une vue synoptique du déroulement des opérations.

Pour fructifier nos recherches sur les ETP, nous étions en mesure de faire appel à des mesures directes avec un évaporometre que l'on a fabriqué et dont l'assimilation est avec l'évaporometre mis en œuvre par l'I.N.A d' Harrach.

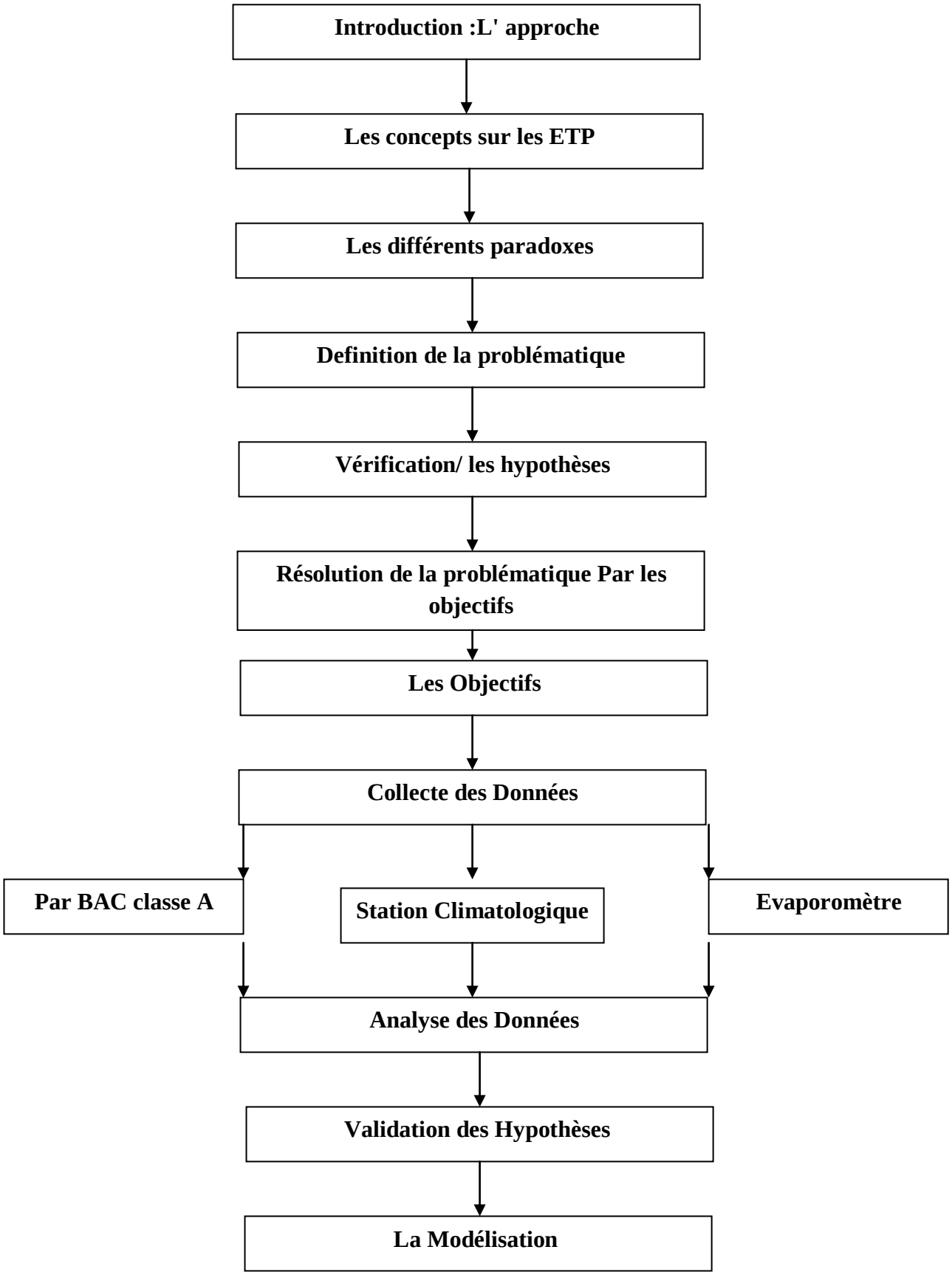


Figure N° 01: schéma met en évidence la vision synoptique de la recherche sur les ETP

Partie 1:

Etude bibliographique

Introduction

Le paramètre d'évaporation est le plus déterminant par rapport aux autres paramètres climatiques. Son rôle conditionne les disponibilités en eau, et les besoins dont l'exploitant est intimement lié. Connaissance du bilan hydrique est l'un des outils le plus fiable pour le pilotage et la réussite en agriculture Saharienne.

Notre étude a fait état de plusieurs méthodes de calculs des ETP, et ont été déterminées par plusieurs climatologues ,et agro climatologues à l'exemple de : Penman- Turc-Thortwaite, Blaney- Cridle.

Cette partie a pour objet de préciser quelques aspects théoriques nécessaires à notre recherche. Nous présentons une Gamme assez longue de paradoxes nous permettant d'aboutir à la problématique générale, et une panoplie d'hypothèses ayant pour but de vérifier cette dernière.

Chapitre I:

Concepts du l'ETP

Chapitre I: concepts du l'ETP

Les demandes en eau des plantes varient d'une période à une autre. Les conditions climatologiques, font que les différentes cultures pour un cycle végétal sont intimement liées.

Les données concernant les évapotranspirations, et les températures enregistrées au cours du cycle annuel ou des cycles pluriannuels ont un rapport direct sur le développement rationnel des cultures**.**L'élément essentiel est l'E.T.P, ce paramètre entrepris par plusieurs climatologues est d'une part favorable pour analyser les besoins en eau des cultures, et d'autre part pour y remédier aux différentes carences au niveau desquelles les plantes sont soumises à l'exemple du stress hydrique **(DUBOST ,1992)**.

Les besoins en eau des cultures se trouvent de plus en plus importants, et ce au niveau de l'agronomie saharienne, dont le climat est semi/Aride **(BNEDER, 1992)**.

I.1 Les différents aspects théoriques de l'évaporation

L'EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELL: est un phénomène climatique continu dans l'espace et dans le temps. Ce paramètre est utilisé au niveau des recherches; sur l'utilisation de l'eau pour les besoins en irrigation. L'importance des quantités d'eau est fonction de l'E.T.P où le déficit en eau des plantes en est fonction **(DUBOST ,1992).**

Dans tous les cas, les E.T.P et les doses à appliquer au sol vis-à-vis de la durabilité de la vie de la plante, sont en liaison directe les unes par rapport aux autres.

L'EVAPOTRANSPIRATION RELLE :qui est la dose à appliquer dans le temps et dans l'espace au niveau du développement de la plante, n'est autre que le produit partir du bilan hydrique (Gains – Pertes) de l'E.T.P par le coefficient cultural (Kc) défini à acquis par l'outil case lysimétrique **(CHARLES ,1975)**.

Le rapport : $\left(\frac{E.T.M}{E.T.P} = Kc\right)$, définissant le coefficient culturale Kc ou rythme de consumation d'eau de la culture n'est pas au point. Ce qui a donné un effet pervers au développement de la culture **.**

De ces deux paramètres E.T.P et E.T.R et en absence de facteurs unités de temps, et au moment ou l'apport d'eau est en état de satisfaction de la plante, c'est-à-dire à l'échelle proche de la capacité de rétention, on stipule que l'évapotranspiration réelle est maximale et on la note E.T.M.

A ce paramètre correspondent les unités de la réserve facilement utilisable (R.F.U).

L'EVAPOTRTIOANSPIRAN MAXIMAL: quand la plante produit le maximum de matière sèche donnant un rendement maximum. Aussi l'E.T.M est mesurée expérimentalement par les cases lysimétriques et comparée à l'E.T.P **(CHARLES ,1975)**.

I.2 Etude physique de l'évaporation

L'évapotranspiration est la transformation de l'eau en vapeur, vers l'atmosphère est déterminée par deux phases essentielles ,qui sont l'état physique c'est-à-dire liquide à un autre état qui est la vapeur. Cette évaporation se fait sur une surface évaporante à l'exemple de la mer, du système foliaire de la plante et surtout du sol.

En Thermodynamique, nous savons en effet que la transformation d'un gramme d'eau a 0°C (glace fondante), en vapeur consomme 597 calories **(TOURAD ,1990)**

PEGY (1970) stipule que l'évaporation d'un millimètre (1 mm) d'eau sur un milieu aquatique nécessite 59 calories/$cm^{2.}$

Généralement, cette dernière est fonction du facteur énergique à savoir le rayonnement solaire, paramètre principal de l'évaporation. Cette énergie est issue de deux sources à savoir : le rayonnement net et l'advection.

A/ le rayonnement net recueilli au niveau des surfaces évaporantes est fonction de la qualité optique, de leur température et du rayonnement absorbé issu du soleil.

B/ l'advection dépend de l'humidité relative de l'air et surtout du vent. Par définition c'est l'énergie apportée par l'air ambiant.

L'évaporation dépend des facteurs climatiques et surtout de la nature de la surface évaporant et de ses caractéristiques physiques (**BOUCHET ,1969)**.

I.2.1 Les constituants paramétriques de l'évaporation

Les paramètres intégrants pour le calcul de l'évaporation sont essentiellement d'ordre énergétique et aérodynamique. L'évaporation dépend de la demande climatique et finalement, elle est dépendante de ces deux paramètres.

I.2.1.1 Le vent

Le vent est partie essentielle et intégrante du calcul de l'évaporation. Le rôle du vent dans l'atmosphère c'est qu'il remplace les masses d'air humides en tenant la surface évaporante par des masses d'air sèches.

Selon JEFEREYS (IN PEGUY., 1992) stipule que la vitesse d'évaporation augmente avec ce processus du renouvellement de l'air au dessus de la surface évaporante.

SELTZER (1946) Souligne que l'augmentation de l'évaporation s'explique par l'augmentation de la vitesse du vent, et de la grande sécheresse. Vecteur vent peut – être caractérisé par deux nombres représentant son orientation « direction du vent » et son module « vitesse du vent ».

- **Les anémomètres**

Les anémomètres mesurent la vitesse du vent, ils sont classés en quatre catégories :

- Les anémomètres utilisant l'énergie cinétique de l'air.
- Les anémomètres utilisant la pression exercée par le vent.
- Les anémomètres thermiques
- Les anémomètres soniques.

Photo N^{0}01: L' anémomètre

- **les girouettes**

La girouette indique la direction du vent à l'air transmetteur potentiométriques à rotation continue. La valeur du potentiomètre est ensuite interprétée de façon à connaitre la vitesse de vent.

Photo N^{0}02: Le girouette

I.2.1.2 Le Rayonnement Solaire

Ce paramètre est un facteur énergétique important dans la mesure où il a provoqué l'évaporation. En fait, il représente la source d'énergie nécessaire pour mettre en œuvre cette dernière sur une surface évaporante. Le bilan énergétique au niveau de n'importe quelle surface évaporant est déterminé par :

- L'énergie du soleil .
- Emission vers l'atmosphère d' une partie de la chaleur reçue.

Le bilan entre l'énergie reçue et l'énergie perdue représente l'énergie utilisée pour la mise en forme de l'évaporation, et la fonction transpiratoire de la plante. L'énergie à la surface du sol se fait par le rayonnement solaire. La mesure du rayonnement nous fournit des renseignements sur la source de sur rayonnement **(BARNIERI ,1978)**.

A la surface du sol on trouve :

- Le rayonnement global R_G
- Le rayonnement solaire direct I.
- Le rayonnement solaire diffuse Rd.
- Le rayonnement atmosphérique R_a
- le rayonnement du sol Rs.

❖ **Les pyranometres**

sont utilisés pour la mesure du rayonnement émis.

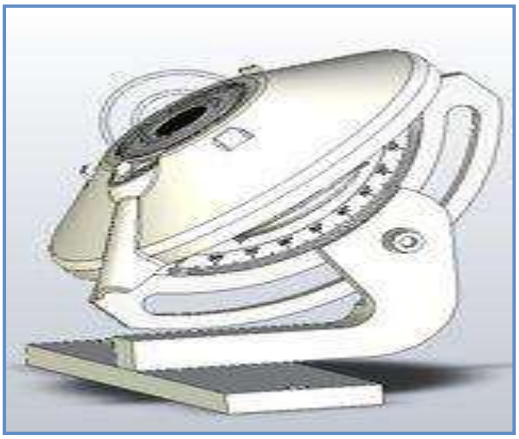


Photo N^{0}03: pyranomètre

I.2.1.3 Température de l'air

La quantité d'eau évaporée est influencée par les variations de la température. Le pouvoir évaporant de l'air augmente avec l'élévation de la température qui a son tour fait varier le taux de saturation de l'air **(SAINIH et *al* , 1998).**

La mesure de la température repose sur une grande diversité de méthodes à l'exemple :

- La thermosonde
- Le thermocouple
- Infrarouge
- Des captures de type mécanique et acoustique .
- La mesure actinothermique.

I.2.1.4 L'Humidité de l'air

L'humidité de l'air est un paramètre climatique très important par rapport aux autres paramètres – ceci s'explique par le fait, qu'il est impératif a avoir un équilibre de vapeur d'eau entre la surface évaporant, et celle de l'air qui l'entoure**. (LAROUCI ,1991)**

- **Hygromètre:**L'appareil de mesure de l'hygrométrie.

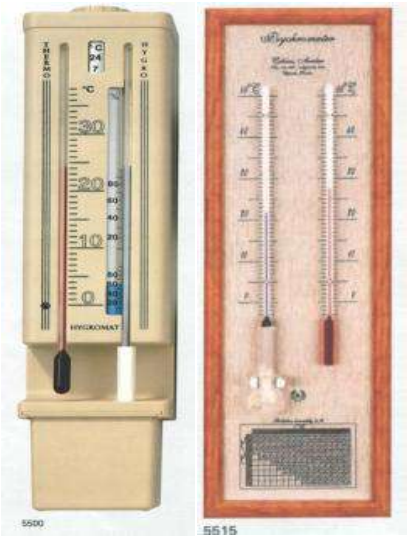


photo N^{0}04: Hygromètre

- **Hygromètre** L'appareil de mesure de l'hygrométrie.L'état hygrométrique de l'air se définit à partir de différentes grandeurs :

- La pression de vapeur d'eau dans l'air P.
- Soit h : une pression atmosphérique :
  - ✓ Pression air sec + pression de la vapeur dans l'air

$$h = P_a + P$$

- La température du point de rosée de l'air, c'est la température à laquelle il faut refroidir l'air humide pour attendre la saturation(***td*** est telle que ***p=p(td)***.
- L'humidité relative de l'air humide, soit le rapport entre la pression réelle de vapeur d'eau ***P(td)***, et la pression de vapeur saturante ***P(ta)***,valeur maximum de ***Pa***, de la température ambiante ***(Ta)*** avant condensation:

$$H\% = \frac{P(td)}{P(ta)} \; x100$$

II.2.1.5 La pression de l'air

Pour le climatologue **PEGUY (1970),** le pouvoir évaporant se trouve en rapport inverse à la pression de l'air. Une élévation de la pression de l'air provoque une diminution de l'évaporation.

DALTON, sa loi vérifiée par **PEGUY** ,est résumée comme suit et tient compte de la vitesse d'évaporation, et de la pression de l'air : "La vitesse d'évaporation est inversement proportionnelle à la pression de l'air au dessus du liquide, et qui dépend par ailleurs de la tension de la vapeur qui se trouve déjà au dessus du liquide. La vapeur d'eau maximale croit linéairement avec la température".

Finalement, les facteurs cités sont indépendants l'un de l'autre et agissent tous sur le pouvoir évaporant. Ce qui donne au phénomène d'évaporation un caractère très complexe . Ce qui a pour conséquence une application des formules très difficile, dans les conditions géographiques et climatiques de l'expérimentation **(BNEDER, 1992).**

I.3 Les applications de l'eau pour le fonctionnement de l'agrosystème

La production agricole dans le semi/aride est liée à la consommation en eau des plantes. Les besoins en eau du palmier dattier, et des cultures sous/ Jacentes s'avèrent de plus en plus importants depuis l'introduction de la mise en valeur au niveau des périmètres irrigués **(DUBOST ,1992)**.

Ce sont les petites et moyennes exploitations agricoles qui sont dans un souci important pour assurer le développement de leur écosystème. L'influence des ETP sur les cultures a un impact direct sur la rationalité de mise en œuvre des irrigations surtout du point de vue doses, et fréquences des irrigations. Et suivant les différentes périodes de l'année du point de vue développement agricole. Les exploitants s'affrontent à la période sèche où l'ETP est importante. Ce qui laisse les exploitants agricoles à s'organiser pour finir leurs travaux et assurer rationnellement leurs irrigations **(BNEDER, 1992).**

Pour ce, nous nous sommes intéressées au paramètre ETP, qui par son importance sur le développement des plantes, nous amène à décrire certains concepts pour enfin fructifier notre étude par l'apport de principes à l'irrigation **(ULLMAN, 1985).**

I.3.1 l'ETP est la distribution de l'eau d'irrigation

Le volume d'eau à apporter aux plantes dépend :

- Des besoins en eau des plantes liés aux valeurs des ETP déterminés par les différentes phases du cycle végétatif des plantes.
- De l'hydrodynamique des sols liée aux valeurs des ETP enregistrées au courant de l'année .
- Les corrections pratiques des ETP par l'intégration des coefficients culturaux et des constantes du matériel à adapter à l'exemple

$$ETP = ETo \times Kc \times Kb$$

Kc : coefficient cultural.

ETP: évapotranspiration potentielle en mm.

Kb: constante du matériel (le bac class A, l'évaporométre, piche) .

I.3.2 La répartition de l'eau par la prise en importance des ETP

Une parcelle intégrée à l'intérieur d'un paramètre est fonction de l'importance des ETP. Cette dernière est considérée comme une dose. Cette dose peut être transformée en débit qui à lui seul nous fait calculer les paramètres dimensionnels de la planche avec tous ses annexes $\left(\frac{ETP\ m\ x\ S}{Temps}\right)$ (***S***= Superficie (ha) ***T***= Temps d'Irrigation (h) **(CLEMENT ,2007).**

I.3.3 Impact des valeurs des ETP sur la fréquence des arrosages

D'une manière générale, les valeurs des ETP déterminent la fréquence des irrigations. Plus l'ETP est grande, plus les fréquences d'irrigation se font en conséquence. Ce qui engendre des doses avec des mains d'eau importantes; pour satisfaire dans les limites de l'unité de production les arrosages des parcelles.

La main d'eau, est aussi liée aux valeurs des ETP, et dont l'impact est le calcul des dimensions des canaux qui véhiculent le débit égal à la main d'eau **(DUBOST ,1992).**

$$Q = VS\ Q = \frac{ETP \text{ x } Su}{T}$$

- ***ETP***: évapotranspiration potentiel en mm
- ***S***: superficie arroser en hectare
- ***T***: temps d'irrigation en heure
- ***Q***: Le débit de pointe m^3 /h.
- ***V***: vitesse de l'eau des canaux m/s

De ce, plus l'ETP est importante, plus le débit à véhiculer se trouve en conséquence. Et plus les paramètres dimensionnels des canaux seront en rapport.

I.3.4 l'ETP est la rationalité des arrosages

La prise en considération des valeurs enregistrées durant les périodes journalières, hebdomadaires, mensuelles et annuelles nous amènent à déterminer:

- Le volume global de l'eau à apporter à la parcelle en m^3.
- Le débit de pointe m^3 /h.
- La dose ou quantité d'eau à apporter à chaque irrigation en mm.
- La durée de chaque irrigation et l'intensité de l'arrosage en heure.
- Le module (main d'eau) m^3 /h.

- Le tour d'eau ou rotation (fréquence des arrosages) en jour **(DUBOST ,1992).**

I.3.5 l'ETP et le débit de pointe

Les valeurs des ETP enregistrées dans le domaine des arrosages sont étroitement liées au débit fictif critique de pointe. Qui dans une première explication nous donne un volume d'appoint pratique, et qui conditionne l'importance des canaux. Dans une deuxième explication le débit de pointe peut se faire calculer par la valeur de l'ETP la plus importante (étude fréquentielle) **(CLEMENT,2007).**

Parallèlement la systémique du débit de pointe ou:

$$Q_p = \frac{ETP\ x\ Sup}{J\ .86400\ .E}\ ou$$

Q_p: débit de pointe en M^3 /h.

J: nombre de jours dans le mois.

ETP x S: volume d'eau d'appoint mensuel en M^3 /ha.

E: efficacité en %.

I.3.6 la dose d'irrigation et la valeur de l'ETP

La dose d'irrigation est la quantité d'eau qu'il faut apporter à chaque irrigation. La valeur de cette dose si l'on veut l'utiliser à elle une seule est recueillie par un évaporomètre. A l'exemple du piche ou du bac classe A, et le bac Colorado par la méthode directe instituée.

Cette dose dépend de l'importance aussi du remplissage du sol, qui est aussi lié à l'importance de l'ETP. Plus cette dernière est importante, plus le remplissage en volume d'eau en découle **(Ullman, 1985).**

I.3.7 Les besoins de la plante

Suivant les valeurs des ETP enregistrées , et celui du développement des plantes, les besoins en eau de ces dernières sont variables.

En fait le remplissage optimal, du réservoir du sol est fonction des valeurs enregistrées des ETP. Ce qui nous laisse dire que la pousse radiculaire doit être la meilleure possible en utilisant une valeur de l'ETP, qui ne peut asphyxier la plante. Et ce Dans le cas où nous prenons une valeur de l'ETP non analysée correctement avec rationalité des études fréquentielles **(DUBOST ,1992).**

I.3.8 La Réserve utile, la réserve facilement utilisable et l'impact de l'ETP.

En pratique, la dose d'irrigation doit reconstituer les réserves du sol en rapport avec les ETP enregistrées durant les phases du cycle végétatif. On peut admettre que la dose d'irrigation(D≠R.F.U ≠ETP).R F U= $\frac{2}{3}$ RU ,RU=DxPrx(Hr-Hp)xS.

L'ETP doit être bien connue. Une dose excessive prise par une ETP excessive lessive Le sol. Ce qui entraine une perte en argent très importante **(TURNER,1986).**

I.3.9 L'ETP et les sols salins

L'ETP se trouve très importante dans des petites superficies. Plus ces dernières sont restreintes et plus les valeurs de la salinité sont en conséquence **(DUTIL,1960).**

Dans le cas des ETP, les sols salins nécessitent des lessivages saisonniers permanant qui évaluent une parte des sels néfastes excédentaires .Ce qui demande une réflexion très approfondie sur la conception des systèmes de drainage, dont les paramètres dimensionnels sont en fonction très étroite avec les ETP enregistrées durant la période estivale **(DAESHINER ,1985).**

I.3.10 L'ETP, le tour d'eau et la fréquence des arrosages

L'arrosage d'une parcelle, avec un débit de valeur élevée, est en affinité avec les valeurs des ETP. Plus les valeurs de ces dernières sont importantes, et plus fréquences des arrosages doivent être en conséquence importantes, tout en tenant compte des valeurs des doses d'eau supplémentaires pour lessiver les sols des éléments chimiques **(BNEDER, 1992).**

Le canal arroseur dont les dimensions ont été fonction du débit a donc permis de distribuer à la parcelle le volume d'eau égal à la dose d'eau d'irrigation durant un certain temps. Cette dose en question est définie avec l'ETP seule, si nous ne tenons pas compte des autres paramètres (P, Ru, RFU, Ge). Et ce dans le cas ou dans une unité de production agricole il y a inexistence d'une station météorologique ,ne nous permettant pas les déclenchements des irrigations **(ULLMAN ,1985).**

I.3.11 La durée du tour d'eau et les valeurs des ETP

Le découpage du temps, suivant la durée du cycle végétatif, est fonction des valeurs des ETP enregistrées chaque jour. Ce temps est arbitraire. Plus les ETP sont importantes ,et plus le temps d'irrigation s'avère important. Ce qui pousse l'exploitant à bien organiser ses

programmes d'irrigation dans le temps et dans l'espace. Et de ce fait à rationaliser son matériel d'irrigation de façon à ce qu'il ne soit pas sous utilisé.

Le fonctionnement des structures de tout ce matériel d'irrigation à employer dans une parcelle est étudié en conséquence, et l'étude fréquentielle des ETP doit être prise en considération **(GUEORGUIEV et *al*,1980).**

I.3.12 le mode de calcul des systèmes d'irrigation et les ETP

Les données sont rapportées à la période critique de pointe (Juin- Juillet- Aout). Les débits fictifs continus sont en étroite correspondance avec la valeur de l'ETP jugée rationnelle de manière, à rendre le projet économique du point de vue dimensionnement du réseau de ce paramètre « ETP ». le rendement probable de l'installation qui est le rapport entre la durée de fonctionnement et la durée du mois **(BNEDER, 1992).**

I.3.13 L'intervalle entre les arrosages et les intensités des ETP

L'intervalle entre les arrosages est défini comme la durée nécessaire à un système de cultures de façon à faire ramener la teneur en humidité du sol à une valeur légèrement supérieure au point de flétrissement. Justement cette valeur à appliquer est déterminée par les valeurs des ETP enregistrées à chaque jour, semaine, mois, année.

Par analogie en admettant ETP/ ETM, on peut à partir des variations de teneur en eau d'un bac d'évaporation déterminer le moment ou il faut reprendre l'évaporation **(BNEDER, 1992).**

Chapitre II:

Concepts de méthodes de mesures et de calcul de l'évaporation

Chapitre II: concepts de méthodes de mesures et de calcul de l'évaporation.

Plusieurs études de recherches sur l'utilisation des formules des E.T.P ont été faites par plusieurs climatologues et agro- climatologues. Plusieurs formules d'évaluation et de calcul ont été faites au niveau des sols nus ou cultivés.

Au niveau des études hydrologiques l'évaluation est principalement sujette à de langes surfaces. Les bacs évaporomètres ont été placés pour mesurer par la méthode directe les pertes d'eau par évaporation. Ces instruments sont employés comme si ils étaient considérés comme placés dans les petites surfaces, avec une assimilation de petites surfaces d'eau dont certaines sont des instruments de formes carrées, par contre d'autre sont circulaires

Les uns sont surélevé par rapport au sol, les autres sont entoures ou immergés. Pour un sol cultivé, l'estimation des besoins en eau des cultures est obtenue généralement par la méthode lysimétrique à l'aide d'un évapotranspirométre.

II.1 Méthode des Bacs Evaporomètres

II.1.1 Bac « classe A »

L'ONM a adapté un instrument d'évaluation de l'E.T.P , cet évaporomètre est de norme internationale, il est de forme cylindrique de diamètre 121,9 cm et de profondeur 25,4 cm. Pour y remédier aux lacunes des débris végétaux et autres, les climatologues, ont adapté que l'eau doit être située entre 5,1 à 7,6 cm du rebord. Pour permettre à l'air de circuler librement sous le bac, ce Le niveau de l'eau du bac dernier se trouve placé à 15,2 cm au dessus du sol. est mesuré à l'aide d'une jauge à crocher. La différence entre les deux mesures ou prélèvements représente la quantité d'eau perdue par évaporation, en tenant compte des quantités d'eau ajoutées par les intensités de pluie et par les recharges effectuées pour maintenir le niveau de l'eau dans le bac **(CHARLES ,1975).**

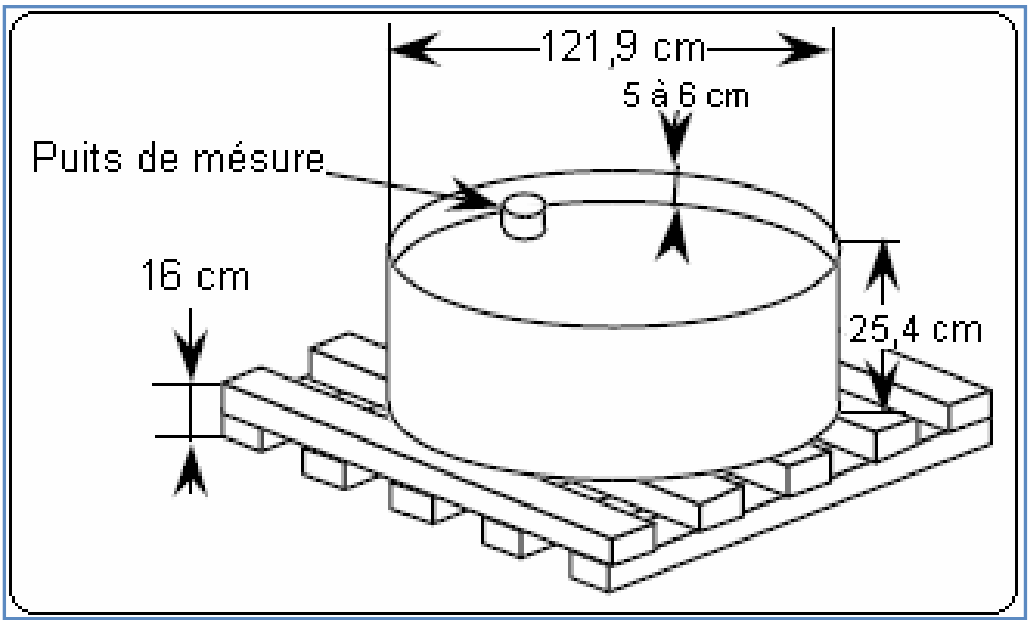


Figure N°02: Bac class «A »

L'Evaporation est donnée par l'équation suivante :

$$N_2 - N_1 + R + P = E_b$$

- R: Recharge effectuées (mm).
- E_b : Evaporation du bac (mm).
- N_2-N_1: Différence de niveau entre deux mesures successives(mm).
- P: Pluviomètrie (mm).

La mesure de l'évaporation potentielle s'effectue en divisant la mesure directe lue sur le bac de l'évaporation (EBAC) par un coefficient local dépendant des différents facteurs du climat et du bac. Le coefficient K est fonction du bac, l'humidité relative, et d'autres paramètres fonction du lieu.

$$ETP = \frac{EBAC}{K}$$

II.1.2 Bac Colorado

Le bac Colorado est de caractéristiques différentes par rapport au bac de classe A. Ses dimensions sont nettement inferieures à celle du bac classe (A). il est de forme carrée de 91.4 cm de coté et 45.7 cm de profondeur. Pour question de sécurité des venues extérieures, l'eau est maintenue au niveau du sol à 10.2 cm du rebord.

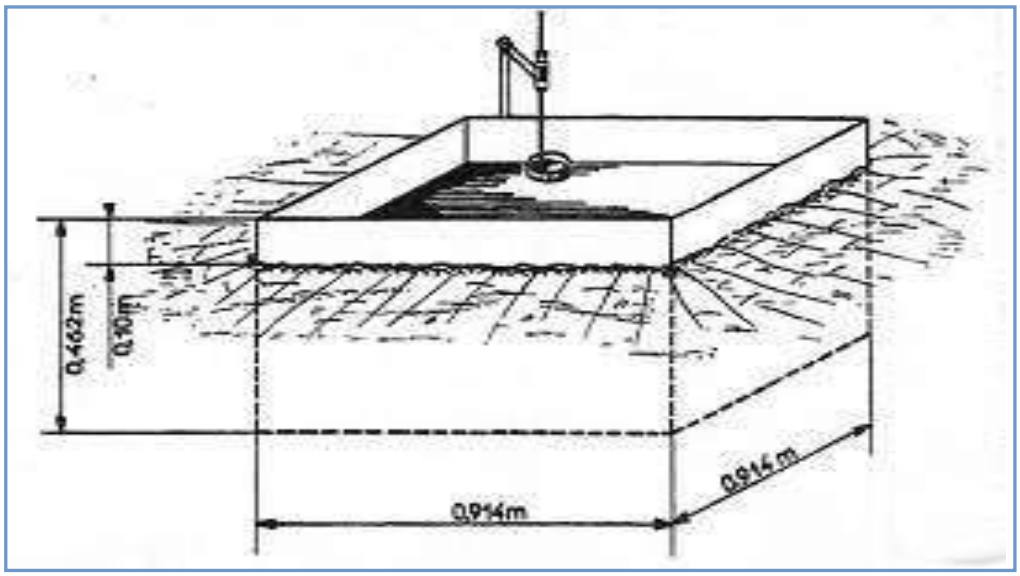


Figure N°03: Le Bac Colorado.

Grace à cette dernière mesure, cet instrument, les gouttes de pluie ayant rebondi du sol et les débris entrainés par le vent ne peuvent en aucun cas accéder au bac. Les erreurs du point de vue données ne sont pas trop excessives, il est sans dire qu'il est moins sensible à la température et au rayonnement solaire **(CHARLES ,1975).**

II.1.3 Bacs flottants

Pour mesurer l'évaporation sur des nappes aquatiques, c'est-à-dire sur des surfaces d'eau libre, les climatologues ont inséré dans leurs études des bacs flottants qui donnent des mesures d'évaporation assimilables à celles d'un bac entouré de mêmes paramètres dimensionnés. L'inconvénient c'est que son emploi parait difficile que celle du bac entouré **(BROOKS ,2006).**

II.2 Evaporomètre à Balance

Ce type d'instrument est facile d'emploi, il suffit de prendre un échantillon de terre, de le faire pesée, par la suite de le faire sécher à l'air libre et faire une deuxième pesée. La différence entre les deux pesées détermine la quantité évaporée **(NORIM et *al* ,2007)**.

II.3 Evaporométre Piche

Cet instrument est composé de deux parties. L'une c'est le tube en verre rempli d'eau, pour effectuer les mesures directes journalièrement . L'autre, c'est une pastille en forme de buvard composée de deux faciès l'une mouillée par l'eau du tube et l'autre à l'air libre qui se dessèche à mesure que la température augmente.

Ce piche nous permet de lire directement la quantité d'eau évaporée. Il est à recommandé de procéder au remplissage total du tube par l'eau sans bulle d'air, lors de la fixation de la pastille **(CHARLES ,1975).**

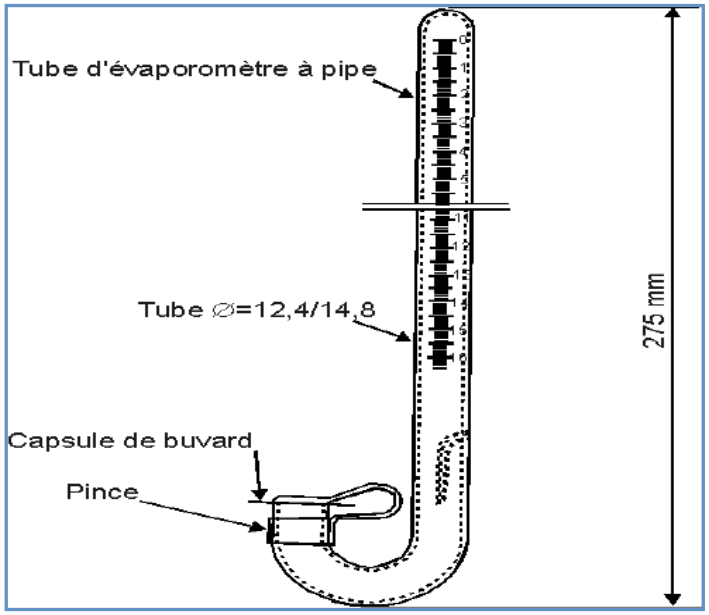


Figure N° 04: Evaporométre de Piche.

Cet appareil est institué dans l'abri météorologique, à un endroit bien défini.

L'Evaporomètre de piche s'avère très sensible au vent, et a son énergie advective qui lie l'évapotranspiration potentielle à l'évaporation « Piche » en fonction de l'air, du celle du point de posée et d'un coefficient dépendant :

- de l'aridité de la région.
- De la nature de l'abri.

$$ETP = \gamma\alpha\beta EP$$

γ: constante de Piche « 0.37».

$\alpha\beta$: variable fonction de la température rayonne journalière.

EP: évaporation de piche .

II.4 Formule de Turc

$$ETP = 0,013\frac{T}{T+15}(R_s + 50)$$

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

R_s : rayonnement solaire global

$$R_s : R_a\left(0,18 + 0,62\,\frac{n}{N}\right)$$

$\mathbf{R_s}$ = rayonnement **extre-terretre** qui parvient au sommet de l'atmosphère (mm/Jour)

$\frac{n}{N}$ **:** Fraction de l'insolation réelle**.**

Cette formule d'un emploi facile utilisant deux variables météorologiques :

La température moyenne et la durée d'insolation, a tendance a discerner l'E.T.P sauf pendant les mois particulièrement secs **(SOGREAH ,1994).**

II.5 La méthode PENMAN:

$$Et_0 = \frac{1}{L} R_n \frac{\grave{P}}{P \grave{+} y} + \frac{y}{y + \grave{P}} f(U)\big(P(t_a) - P(td)\big)$$

- L : chaleur latente d'évaporation de l'eau (590 Cal/g) 2,46 10^6 j. Kg^{-1}
- R_n : rayonnement net évalué par l'intermédiaire de la formule BRUNT.
- R_n = A+B
- A = Rga (1-a) (0,18 + 0,62$\frac{n}{N}$**)**
- B= -T (0,56 – 0,08 P (td) (0,10 + 0,9$\frac{n}{N}$**)**
- Rga: radiation solaire directe en absence d'atmosphère (cal/cm^2)
- A: albédo de la surface évaporante
- $\frac{n}{N}$: fraction de l'insolation réelle constante de S.
- G: constante de **STEFAN BOLTZMAN** 1, 18.10 cal/ cm/jour/K°
- I **:** température de l'air sous abri en degré **KELVIN.**
- P(td): Pression de la vapeur d'eau au point de rosée
- P= P(td)
- P: pression de vapeur d'eau mesurée sous abri en mb
- P(ta) : pression de vapeur saturante.
- $\grave{P}$: dérivée de la pression de vapeur saturante pour ta.
- Y: constant psychométrique
- f (U) = 0,27 (17$\frac{U_2}{100}$)
- U : mesure à 2 m de hauteur pendant 24h en Km/Jour.

Cette mesure donne les résultats proches de l'évapotranspiration potentielle mesurée à l'aide d'évapotranspirométres.

Toutefois, la connaissance des paramètres atmosphériques telles que l'humidité de l'air, la vitesse du vent, la durée d'isolation ne sont pas toujours disponibles à proximité d'une exploitation agricole. Le rayonnement net et le résultat d'une formule et une mesure directe et précise **(PENMAN ,1948)**.

II.6 La formule de BOUCHET

$$ETP = \alpha\beta E\ piche\ (1 + \lambda\ \theta)$$

α: constant de piche « 0.37».

E piche: évaporation donnée par l'évaporométre de piche**.**

$\lambda\ \theta$: facteurs de la température**.**

$\theta = \frac{td+t}{2}$**.**

II.7 La méthode de CHRISTIANSEN

$$ETP = 0{,}473\ R_a C$$

R_a : Rayonnement extra terrestre qui provient au sommet de l'atmosphère.

C : est fonction des variables climatiques locales.

$C : C(T), C(RHe), C(U), C(\frac{n}{N}), C(E), C(N)$

Avec: $C(T)$: coefficient de la température moyenne journalière T(C°).

$$C(T) = 0{,}393 + 0{,}5592\ \frac{T}{20} + 0{,}9722\ (\frac{T}{20})^2$$

Avec : $C(RHe)$: coefficient de l'humidité de l'air.

Il s'agit d'une méthode développée aux Etats-Unis, complexe et qui fait intervenir un grand nombre de facteurs climatiques. L'emploi de cette formule n'est pas d'un emploi aisé.

II.8 Equation de MCILROY et SLATNER

MCILROY et SLATNER ont propose une formule théorique pour calculer l'évaporation sur une surface aquatique, en tenant compte de la dépression de humidité entre deux niveaux. (le niveau O qui correspond à la surface de l'eau et le niveau à une hauteur Z) en plus de quelques facteurs climatiques qui sont négligés par panman **(TOURAD , 1990)**.

Cette formule a la forme suivante :

$$E = \frac{S}{S+Y}(R_n - G) + \frac{h}{L}(DZ - D_o)$$

Avec :

S : taux de variation de la concentration de l'humidité de l'eau saturée, ainsi que de la température de l'eau (mg d'air)$^{-1}$F^{-1}

Y : constante psychométrique (Y= 0,235)

RN : rayonnement net en (Cal/cm^2)

G : quantité de chaleur transmise en surface en (Cal/cm^2/J)

h : charge du coefficient de transfert aérodynamique.

L : chaleur latente de vaporisation en (Cal/cm^2/J)

D_o, D_z : les dépressions du bulbe humide au niveau **0**, surface de l'eau, et la hauteur Z.

II.9 Formule de HAFNER

C'est une formule qui a été établie empiriquement à partir des mesures effectuées sur le lac de HAFNER aux USA.

$$E : K.\ 10^{-4}.\ V\ (w-a)$$

Avec :

E : volume évaporé en 3 heures en (cm).

V : Vitesse du vent en (m/s).

W : tension vapeur saturante (mb) correspondant à la température de la surface d'eau.

a : tension de vapeur de l'air ambiant (mb).

K : coefficient régional de HAFNER.

II.10 Formule de DALTON (1802)

D'après **RIOU ET ITIER (1982)**, cette formule exprime l'évaporation d'une nappe d'eau libre à partir d'une fonction linéaire de la vitesse du vent et de l'écart de pression de vapeur d'eau entre l'air et la surface.

$E = C(e_s - e_a)$

Avec :

E: Evaporation en mm/jour.

C: coefficient fonction des conditions dans laquelle l'évaporation à lieu.

e_s : pression de vapeur d'eau à la surface de l'eau en (mb).

e_a : pression en vapeur d'eau de l'air (mb).

II.11 Formule de BLANEY-CRIDDLE

Elle est fonction de la température, du pourcentage de la durée moyenne du jour et du coefficient cultural.

Elle est donnée par la relation:

$$ETP:0,254.K.(1,8t + 32)P$$

ETP: Evapotranspiration potentielle.

K: coefficient de BLANEY-CRIDDLE. Il est fonction de la culture et de la région considérée.

t : température moyenne pendant la période considérée en ^{o}C .

P: pourcentage de la durée moyenne du jour en fonction de la latitude en% .

II.12 Formule de THORNTHWAITE

Thornthwaite a proposé également une formule basée essentiellement sur les températures de l'air :

$$Etp = 16 \times [10(t/I)]a \times K$$

Avec :

Etp : évapotranspiration potentielle du mois considéré (en mm d'eau);

t : température moyenne mensuelle du mois considéré (en $^{\circ}$ C);

K : coefficient d'ajustement mensuel;

a : indice lié à la température : $a = I \times [1,6/100] + 0,5$

I : indice thermique annuel : $I = \Sigma i$

i : indice thermique mensuel : $i = [t/5]1,5$

Chapitre III:

Etude conceptuelle de la problématique

Chapitre III: étude conceptuelle de la problématique

III.1 Les différents paradoxes de l'ETP

III.1.1 L'évaporation et les conditions de développement du végétal

En agronomie saharienne l'évaporation est un phénomène le plus à considérer. La demande en eau s'avère de plus en plus importante et dont sa variabilité est liée aux paramètres du climat surtout d'ordre énergétique et aérodynamique.

Dans les unités de production phoenicicole, le vent constitue un facteur aérodynamique très important, surtout lorsqu'il intervient dans le phénomène du stress hydrique. Le vent nécessite pour briser sa force des brises vent et en même temps limiter les évaporations et de ce fait agir sur les doses d'irrigation**.** La vitesse d'évaporation augmente avec le renouvellement de l'air au dessus des cultures sous /jacentes du palmier dattier. Une augmentation de la vitesse d'évaporation est généralement due à la vitesse du vent et à l'explication du phénomène de sécheresse.En définitive la rentabilité des cultures est liée à la vitesse du vent et sa teneur en eau dans le processus d'évaporation **(DIELPHR, 1975).**

III.1.2 Le Rayonnement Solaire et le Végétal

L'évaporation est provoquée par le rayonnement solaire. Ce dernier de son coté a un impact sur le développement des cultures. Il représente la source d'énergie nécessaire pour la manifestation du développement des cultures. En agronomie saharienne ce paramètre est d'autant plus grand par rapport aux autres régions qu'il agit néfastement sur les cultures d'où des doses importantes à appliquer.

Le bilan énergétique recensé suivant les différentes phases du cycle végétatif, et ce au niveau du sol, eau, végétal est défini par l'énergie du soleil à travers l'atmosphère. Parallèlement, il est émis vers l'atmosphère sous forme de chaleur. Cette traction entre les deux formes d'énergie représente l'énergie utilisée par l'évaporation et les fonctions physiques du palmier dattier principalement cultivé en agronomie saharienne ,et les cultures sous /jacentes . Ce qui a donné pour un fort degré du rayonnement une rentabilité des cultures très aléatoire et même comprise. Surtout lorsqu'il n'y a pas un système de protection des cultures **(BARNITER , 1978).**

III.1.3 La Température de l'air liée à l'ETP, la culture du palmier dattier et les cultures sous/ jacentes

La température de l'air a un impact direct sur la quantité d'eau évaporée, et sur la physionomie du végétal. Le pouvoir évaporant de l'air, s'il se trouve important agit par le phénomène de stress. Les doses d'eau à appliquer sur une parcelle sont importantes durant la période estivale où les ETP sont au pic maximum. Ce qui attrait à un effet pervers sur le végétal par sa non résistance au phénomène de la température . Les écarts importants durant le développement des cultures se trouve au développement rationnel de ces dernières .

Comme le pouvoir évaporant de l'air croit avec l'évolution de la température, il fait varier également le taux de saturation en eau de l'air. De ce, nous pouvons en conclure, pour une température élevée donnant un air chaud, qui absorbe plus d'eau sous forme de vapeur. Qu'un air frais (température faible) fait partie intégrante du développement des cultures tele que le palmier dattier. Ce qui donne à l'exploitant une réflexion bien approfondie sur la gestion de son irrigation, par l'apport d'eau qui se détermine difficilement (**SAINIH et *al*,1976).**

III.1.4 L'humidité de l'air et les valeurs des ETP liées aux cultures du palmier dattier et les cultures sous jacentes

L'humidité de l'air est le plus beaucoup paramètre à prendre en considération, et ce en agronomie saharienne. Son importance réside dans le fait qu'elle met en équilibre la vapeur d'eau entre la surface de l'exploitation agricole, et celle de l'air qui l'entoure. En agronomie saharienne, l'équilibre entre le stade du sol et le stade de l'air est pratiquement très à sec, ce qui donne à certaines cultures des phénomènes physiologiques très accentués et des demandes en eau très importantes. En effet, en situation d'agriculture en semi aride l'humidité de l'air est très faible, ce qui attrait à une évaporation élevée. Donc nous pouvons conclure pour une humidité de l'air élevée, l'évaporation diminue, ce qui n'est pas le cas dans les unités de production phoenicicole (**DAMAGNET ,1976).**

D'une manière générale, les doses à appliquer dans un agro système agricole du semi-aride les valeurs s'avèrent importantes.

III .1.5 La pression de l'air liée à l'évaporation et aux cultures du semi-aride

Comme le pouvoir évaporant est inversement proportionnel à la pression de l'air, et dans les conditions où la pression est élevée, il y a une diminution de l'évaporation. Dans ce

sens les besoins en eau des cultures diminuent d'où une économie d'eau **(DAMAGNET ,1976).**

III.1.6 L'ETP et l'importance en eau des cultures : palmier dattier et cultures sous/ jacentes

Les besoins en eau des cultures du palmier dattier et les cultures sous jacentes sont déterminés par l'analyse et l'importance des valeurs des ETP, dont l'intensité dépend des données météorologiques du moment même ,et des exigences propres à la plante. En agronomie saharienne, et ce au niveau des unités de production phoenicicole les besoins en eau des cultures sont difficiles à connaître. Car il y a inexistence d'une station météorologique qui nous permet de connaître les valeurs d'eau à apporter dans des connaissances techniques et économiques optimales de production. Les besoins en eau liés beaucoup plus à l'évapotranspiration nécessite les connaissances en général des paramètres du climat, du sol et du cycle végétatif des plantes, ainsi que les liens unissant ces divers facteurs **(GUEORUIEV et *al* ,1980).**

III.1.7 l'évapotranspiration maximale « ETM » et les paramètres culturaux

En agronomie saharienne, l'ETP (Gazon) n'est pas atteinte à tout moment, ce que les hydro culturaux ont introduit la notion de l'ETM, qui dépend également des conditions climatiques, mais aussi de la culture elle-même, et des conditions de sa croissance (degré de couverture du sol, stades végétatifs).Ce qui se passe actuellement dans les calculs des besoins en eau des cultures au niveau d'une unité de production phoenicicole ,c'est qu'il n y a aucune relation entre l'évapotranspiration de la culture et les coefficients culturaux « Kc» correspondants aux différentes cultures, stade de croissance, durée de la campagne culturale et conditions climatiques prédominants. De ce fait les calculs en question des besoins en eau, sont erronés et ne reflètent en aucun la réalité, ce qui attrait à des difficultés pour analyser les mécanismes de régulation, aussi aux difficultés, pour l'obtention des différentes hauteurs et de rugosité des plantes. Parallèlement à ces difficultés, le problème réside sur la réflexion du couvert végétal du sol pour une même culture. Pour les calculs du bilan hydrique le chercheur est obligé de recourir à une valeur constante de Kc, et ce durant tout le cycle végétatif de la plante **(SOLTNER ,1986).**

Généralement, de ce fait le rythme de développement de la culture n'est jusqu'à ce jour non connu et ce au niveau de la culture du palmier dattier, spéculation importante dans l'économie du pays.

III.2 Problématique

Les différents paradoxes que nous avons passés en revue dans ce chapitre nous donnent la mise en forme de la problématique qui est le titre de notre thème de recherche :

Titre:

Etude de l'évapotranspiration réelle liée à l'évapotranspiration potentielle et à la production agricole phœnicicole à l'échelle de l'écosystème de l' ITAS. Mise au point d'un modèle basé sur la consommation de l'eau et la production agricole.

Aussi, ces différents paradoxes ont fourni les éléments essentiels destinés à mieux développer la mise en œuvre des études sur les différentes méthodes de calcul des évapotranspirations potentielles.

Ce chapitre a pour objet de définir les orientations de ce travail et faire justifier notre problématique. La présentation d'un ensemble d'hypothèses constituera la coordination logique de notre étude de recherche.

III.2.1 les orientations de la recherche pour : la découverte de la problématique

La bibliographie sur les études de ETP nous a permis de mettre en oeuvre la place que tient ce paramètre climatique dans le bilan d'eau lié dans le processus du développement végétal. Ce qui nous a incité à mettre à jour une problématique qui réunit les deux points essentiels de cite étude, à savoir :

- ✓ l'importance de calcul de l'ETP et son choix rationnel dans le domaine de l'Hydro-agricole.
- ✓ sa place particulière dans le domaine de l'agro système oasien.

De ces deux points primordiaux, notre problématique comporte plusieurs volets de paradoxes qui conduisent à orienter ce travail et enfin à encourir avec la découverte de la problématique qui est le titre de notre thème d'étude.

III.3 Les hypothèses et les objectifs

III.3.1 Les hypothèses

Les hypothèses que nous avons mis en exergue vont nous permettre de valider la problématique tout au long de notre recherche.

En définitive, trois hypothèses nous semblent suffisantes, pour entériner le sujet de notre thème de recherche.

1. l'importance du calcul des ETP est-elle finalement ciblée au niveau du développement des unités de production phoenicicole ?
2. Quelle est le meilleur choix du point de vue méthode de calcul l'ETP à utiliser dans le domaine du développement de l'écosystème Oasien ?
3. Pour une économie d'eau rationnelle, le développement agricole de l'écosystème Oasien est il lié au pilotage des irrigations dont l'ETP est de premier ordre à prendre en étude ?

III.3.2 Les objectifs

De façon à faire solutionner la problématique qui gère en sorte les unités de production phoenicicole, les objectifs que nous avons essayé de mettre en lumière peuvent être de différents ordres :

1. étudier les différentes formules d'ETP tout en essayant de faire le choix sur une forme d'ETP.
2. le choix d'une formule de l'ETP est une unité décisionnelle pour toutes les recherches sur le développement des agro systèmes oasiens.
3. l'ETP dans le calcul du bilan hydraulique est une condition nécessaire et suffisante pour la mise en œuvre de la mise en valeur des unités de production phoenicicole.

Conclusion

Notre étude sur la dynamique des ETP au sein d'une unité de production phoenicicole n'a pas été au centre de nos ambitions. Car les données recueillies ont été insuffisantes, et d'autant plus qu'il n'y a pas eu des études approfondies sur la mise en œuvre des calculs sur les ETP, surtout dans le domaine agro climatique et à l'échelle du Sahara septentrional. Un examen très approfondi de la littérature montre que la recherche centrée sur l'ETP, et ce en ce qui concerne le bilan hydrique est basé sur trois étapes :

1/ **La première étape**: est celle où les chercheurs ont essayé de mettre en évidence plusieurs formules avec les études traditionnelles des cultures introduites dans une unité de production agricole.

2/ **la deuxième étape**: les chercheurs se sont penchés sur la méthode indirecte basée sur les relèves climatiques, dont actuellement la récolte est difficilement à acquérir.

3/ **la troisième étape**: les formules se sont montrées insuffisantes pour quantifier l'évaporation. Pour cette raison nous suggérons à l'ensemble des agronomes de faire appel à des mesures directes avec un appareillage adéquat. C'est ce que nous allons faire exposer dans les parties à venir.

Partie 2:

Etude expérimentale

Introduction

L'expérimentation que nous avons employée au niveau de l'étude des différentes méthodes de calcul des ETP n'a pas donné de ses véritables fruits. La cause par manque de temps, et d'échéance express pour la remise des données, et faire valoir l'écrit de notre mémoire à l'administration, pédagogique. Notre travail a été échelonné sur une période de 03 mois, ce qui est largement insuffisant pour la fiabilité des études sur l'ETP.

Chapitre I:

Matériel et méthode

Chapitre I: Matériel et méthode

I.1 Présentation du site d'étude

I.1.1 Caractéristiques géographiques

Notre expérimentation a été réalisée dans l'exploitation de l'ITAS faisant partie de la vaste cuvette de la région d'Ouargla. Qui prend en limites au nord les wilayas de DJELFA et D'OUED, au sud celles de TAMANRESSET et ILLIZI, à l'ouest celle de GHARDAIA et finalement avec son environnement le pays de la TUNISIE.

L'exploitation est située au sud-ouest de Ouargla, à six kilomètres environ du centre ville. Elle s'étend sur une superficie totale de 32 ha dont 16 ha de SAU.

L'exploitation, se présente sous forme d'un glacis. Elle se trouve dans une zone peu élevée, à la bordure d'un chott. La dénivelée topographique entre le chott et l'exploitation est d'environ deux mètres. Ses coordonnées sont les suivantes:

- ✓ Latitude : 31°,57' Nord.
- ✓ longitude : 5°,20' Est.
- ✓ Les altitudes sont comprises entre 132.5 et 134.0 m

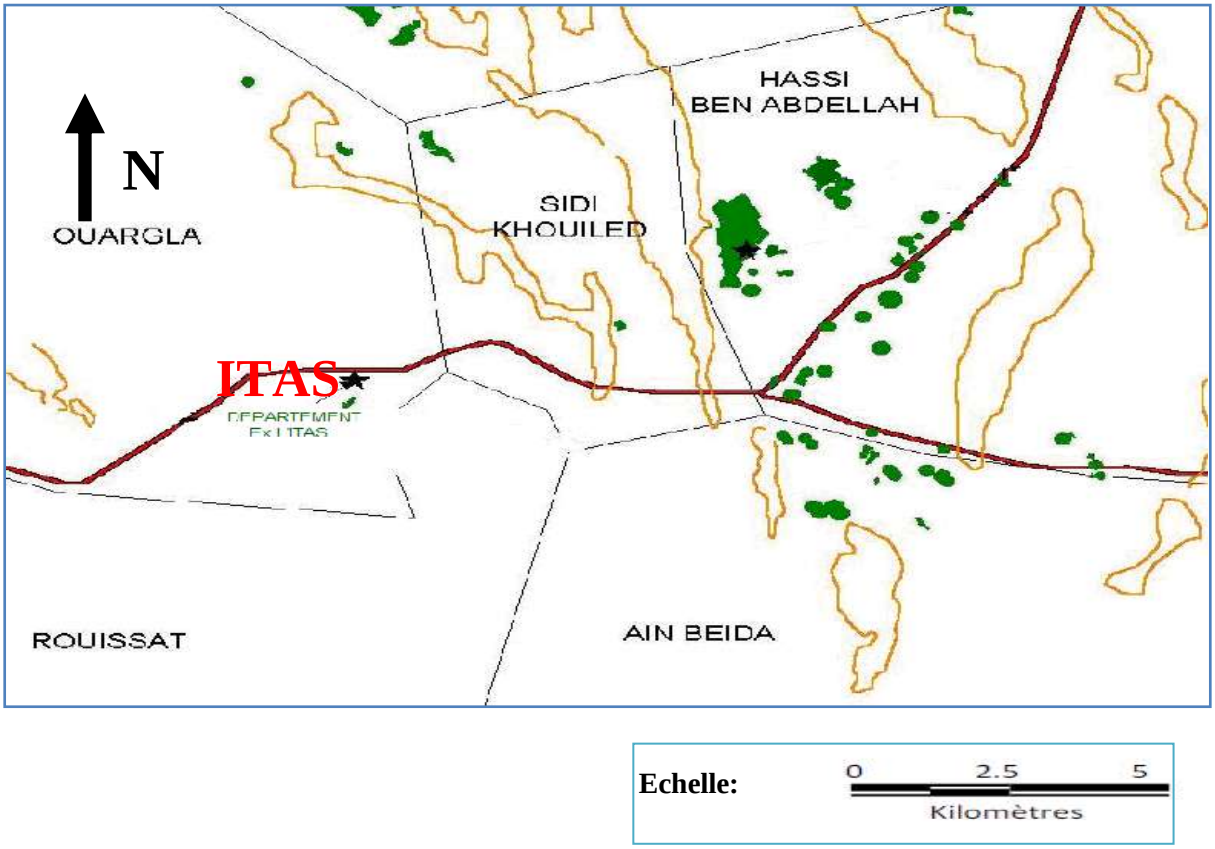


Figure N° 05: Situation géographique de l'exploitation de l'université de Ouargla

source :l'institut nationale cartographique " INC "(Février,2013)

I.1.2 Caractéristiques climatiques du site

Le climat du site expérimental est de type l'ITAS sur une étendue de 40ha, en totalité aride et situé dans le SAHARA constituant une frange à double facies. L'un qui subit 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 la périphérie du SAHARA SEPTENTIRIONAL :

Une analyse des paramètres climatiques a été effectuée par l'ONM sur une conséquence de 10 ans (2003-2012) présenté par le tableau N°01 qui nous fait montrer la variation du climat d'un mois à un autre .

Tableau N^{0}01 : variation mensuelle des paramètres climatiques (2003-2012).

Mois / par	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Jui.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
T(^{o}C)	**12,27**	**13,75**	**17,89**	**22,98**	**27,76**	**32,86**	**36,18**	**35,22**	**30,32**	**25,45**	**17,84**	**12,59**
H (%)	**60,6**	**51,25**	**45,6**	**38,5**	**34,15**	**29,15**	**26,6**	**28**	**39,6**	**45,6**	**56**	**59,35**
V(m/)	**2,68**	**3,23**	**3,57**	**4,03**	**3,87**	**4,12**	**3,58**	**3,16**	**3,16**	**2,93**	**2,49**	**2,38**
ETP (mm)	**118,58**	**148,49**	**215,09**	**278,53**	**351,1**	**407,61**	**462,8**	**434,73**	**307,3**	**255,44**	**143,19**	**103,12**
P (mm	**102,8**	**13,8**	**62,3**	**16,8**	**2**	**6,3**	**3,5**	**16,5**	**39,1**	**64,8**	**60,9**	**15,8**

T(^{o}C) : Variation de température moyenne mensuelle des 10 années.

H (%) : l'humidité moyenne mensuelle des 10 années.

V (m/s) : de vitesse de vent moyenne mensuelle des 10 années.

P (mm) : Précipitation mensuelle des 10 années.

ETP(mm) : l'évaporation moyenne mensuelle des 10 années.

- Parmi les facteurs climatiques, nous citerons: la température, l'humidité relative de l'air, la pluviométrie, les vents et l'insolation.

I.1.2.1 Température

La région de Ouargla est caractérisée par des températures maximales élevées qui peuvent dépasser 40° C. En 2010, la moyenne des températures du mois le plus froid est enregistrée en Décembre (13,6 °C.), alors que le mois le plus chaud est Juillet (36,7 °C.) .

I.1.2.2 Humidité relative de l'air

L'air du Sahara est très sec. L'humidité moyenne annuelle est de 43,9 %. Le taux d'humidité varie d'une saison à une autre. Le maximum d'humidité est enregistré durant le mois de Janvier pour Ouargla, qui sont respectivement 51,2% et 58,4% et le minimum au cours du mois de Juillet à cause des fortes évaporations et des vents chauds durant ce mois.

I.1.2.3 Pluviométrie

Comme dans la majeure partie des régions sahariennes, les précipitations sont marquées par un faible caractère et irrégulier (**ROUVILLOIS et *al.*, 1975**). Le cumul annuel des précipitations pour Ouargla 24,13 mm, avec un maximum en Septembre.

I.1.2.4 le vent

La région d'étude est caractérisée par un vent fort durant la période printanière (Mars-Avril). Sa vitesse varie entre 3,57m/s et 4,03m/s. Les vents sont fréquents sur toute l'année 2010 avec une vitesse moyenne annuelle de 14,08 km/h et une vitesse maximale de 20,4 km/h . La vitesse du vent au cours de l'année 2010 à Ouargla est faible . La moyenne fluctue entre 9,8 km/h au mois de décembre et 20,4 km/h au mois de juin.

I.1.2.5 l'Insolation

L'insolation se caractérise par des mois ensoleillés durant la période chaude, elle est faible durant les mois les plus froids.

I.1.2.6 l'Evaporation

L'évaporation est un paramètre qui varie dans le temps et dans l'espace suivant les conditions climatiques :Température, Humidité- Vitesse du vent- Insolation. Les valeurs des

évaporations enregistrées sont très importantes durant les mois chauds avec 407,61 mm en mois de Juin- 462,8mm au mois de Juillet - 434,73 mm au mois d' Aout.

I.1.3 Caractéristiques édaphiques

Le sol de l'exploitation est caractérisé par une texture sablo limoneuse, structure particulaire avec une présence notoire à certain niveau des croûtes ou encroûtements gypseux. Il est de conductivité électrique élevée sous palmiers et très élevé pour le sol hors palmiers (3,34 à 9,16ds/m). Et d'une teneur insignifiante en matière organique de (0,57 à 0,73%). Il atteint des PH faiblement alcalin (7,73 à 8,70) . Il existe également un faciès chimique sulfaté- sodique. Le sol de l'exploitation des secteurs B-D est caractérisé par :

- ✓ Pauvreté du sol en matière organique.
- ✓ L'envahissement du sol par des mauvaises herbes.
- ✓ formation d'une croûte gypso- saline.**(r)**

I.2 Matériels et Méthode

I.2.1 Objectif de Travail

Jusqu'à présent aucune étude sur les évaporations n'a été entamée. Dans notre étude de recherche nous avons précisé une approche importante d'évaluation de l'évaporation par un évaporomètre. Qui a fait ses preuves au niveau des recherches sur les études de l'évaporation. Et que l'on a utilisé dans nos recherches, vis-à-vis de la finalité du choix d'une formule d'ETP, adaptable au niveau de l'agriculture Saharienne.

De façon à avoir une bonne rationalité dans le bilan d'eau, nous avons essayé de corréler les valeurs données par cet évaporomètre, le bac de classe A et les données attribuées par les appareils à lecture directe situes au niveau de la serre**.**

Pour procéder à une fiabilité de cet évaporomètre avec les autres instruments de mesure de l'évaporation a l'exemple du Piche et bac classe A**.**

Un deuxième essai doit se faire dans les périodes à venir de manière à faire généraliser le système**.**

I.2.2 Description des appareils de mesure de l'évaporation

I.2.2.1 L'évaporomètre est constitué par

- Un récipient d'eau servant comme un réservoir d'alimentation.
- Une surface poreuse.
- Les deux parties sont reliées par un tuyau de 1 m de longueur.
- le réservoir a une forme cylindrique avec:
  - ✓ Un diamètre de 19 cm
  - ✓ Une profondeur de 19,5 cm

Cet évaporomètre à lecture directe est muni d'une échelle graduée de manière à évaluer la quantité d'eau évaporée.

Dans le but d'empêcher l'évaporation à travers les parois du cylindre ces dernières ont été peintes en blanc.

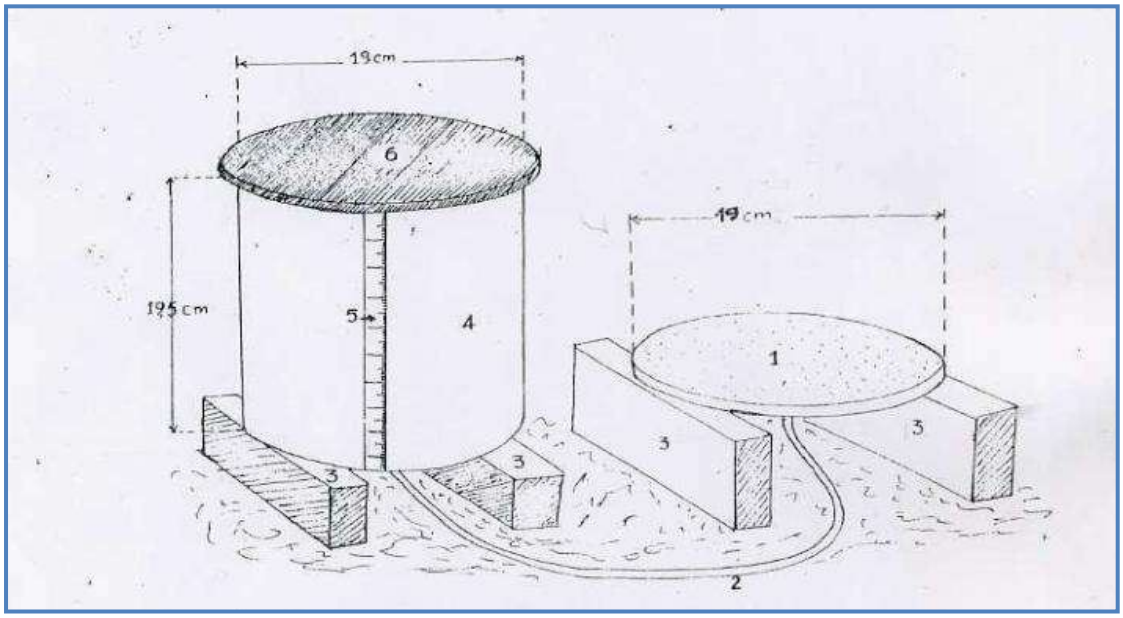


Figure N° 06: Schéma de l'évaporometre sur surface poreuse.

1. Surface poreuse
2. Tuyau
3. Support
4. Réservoir (récipient d'alimentation)
5. Echelle graduée
6. Couvert noir

photo N°05: Evaporomètre

photo N°06: échelle gradué de l'évaporomètre.

I.2.2.2 Bac class A

le bac se forme cylindrique , avec un diamètre de 10 cm, et un profondeur de 1,9 cm. Pour permettre à l'air de circuler librement sous le bac, ce niveau de l'eau du bac dernier se trouve placé à 20 cm au dessus du sol. La différence entre les deux mesures de prélèvements représenté la quantité d'eau perdue par l'évaporation.

Vue en périphérie **Vue au dessus**

Photo N°07: Bac class A

I.2.3 Le dispositif expérimental

1/ bac class A

2/Evaporomètre

3/La serre(pupitre électronique)

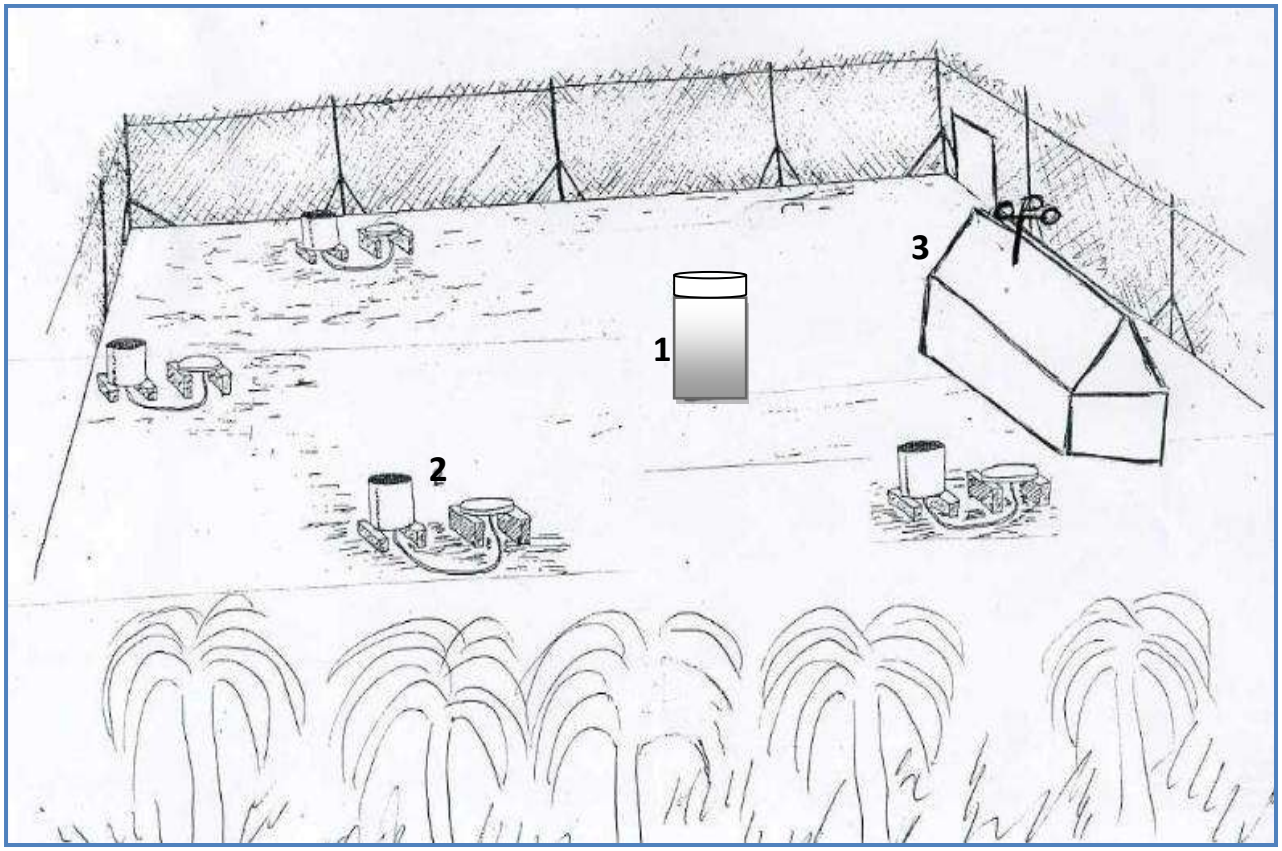


Figure N° 07: Schéma du site et du dispositif expérimental.

I.2.3.1 Installation du matériel

Le matériel en question qui comprenait 3 évaporomètres. Au départ nous avons installé un bac de classe « A » qui n'a pas donné de ses fruits. Sur les 3 évaporomètres un seul fonctionnait . Les mesures de cet évaporomètre avec le bac de classe A ont été commencées le 03-03-2013.

I.2.3.2 Les données expérimentales

Le travail consiste à prendre des valeurs de l'évaporation journalière, en début de matinée , milieu de la journée et fin de journée, et de la même manière que celle du bac classe « A ».

I.2.3.2.1 Mesure par l'évaporomètre

Les mesures de l'évaporation par l'évaporomètre sont obtenues par une simple différence de niveau du réservoir (de deux journées successives) a l'aide d'une échelle graduée.

La lame d'eau perdue au niveau du réservoir s'écrit comme suit :

$$h_r = I_1 - I_2$$

Avec :

h_r : la hauteur d'eau perdue par le réservoir (mm)

$I_1 - I_2$: différence de niveau de deux journées successives (mm)

h_r est une mesure journalière, elle nous a permis de calculer la hauteur (mm) d'eau perdue à travers la surface poreuse. Pour cela nous avons procédé à une égalité des deux volumes à savoir le volume d'eau perdu par le réservoir et celui perdu à travers la surface poreuse.

$$h_r.S_1 \longrightarrow E = \frac{S_1}{S_2} h_r$$

S_1 : la surface du réservoir (mm^2).

S_2 **:** la surface en (mm^2) de la surface évaporante.

E: évaporation à travers la surface évaporante(mm).

I.2.3.2.2 Mesure par bac classe « A »

Parallèlement aux mesures par l'évaporomètre, les mesures d'évaporations par bac class A ont été faites journalièrement en tenant compte de la pluviométrie et de la recharge, l'évaporation s'écrit comme suit:

$$\boldsymbol{E_{bac} = (N_1 - N_2) + P + R_e}$$

Avec :

$\boldsymbol{Eb}$: Evaporation du bac (mm/j).

$\boldsymbol{N_1 - N_2}$:différence de niveau (mm).

$\boldsymbol{P}$: pluviométrie (mm).

$\boldsymbol{R_e}$: recharge (mm).

Remarque: Après chaque mesure, nous avons procédé à une recharge par laquelle on ajoute au bac la quantité d'eau perdue pour maintenir le niveau d'eau initial.

Chapitre II:

Résultats et discussion

Chapitre II: Résultats et discussion

II.1 Conditions climatiques durant la période d'essai

Il est important d'analyser les données climatiques qui se manifestent au cours de l'essai, dans le but d'expliquer, l'influence de la variation du climat sur l'évolution de l'évaporation, de notre dispositif .

De ce fait, on s'était basé sur les données climatiques prélevées sur le pupitre électronique situé à l'intérieur de la serre. Et décrit par les appareils anémomètre, psychromètre, hygromètre, thermomètre, luxmètre et l'héliographe qui se trouvent placés à l 'extérieur de la serre.

Photo N°08: Les appareils de mesure des paramètres climatiques.

Photo N°09: Le pupitre électronique

Notre site expérimental est situé à quelques mètres de cette station climatique. Les données climatiques au cours de notre expérimentation sont présentées sur les tableaux en annexe **.**

Nous résumons la variation des paramètres climatiques par le tableau **N°02** suivant:

Tableau N° 02: Variations mensuelles des paramètres climatiques sur les trois mois de l'expérimentation Année 2013

Mois / paramètre	**Mar.**	**Avr.**	**Mai**
T(°C)	30.7	26.42	28.07
H (%)	19.30	29.58	30.60
En(w/m^2)	461.37	541.38	686.27

H (%) : l'humidité moyenne mensuelle.

T(°C) : température moyenne mensuelle.

En(w/m^2) : l'ensoleillement moyen mensuel.

II.1.1 Température de l'air

Nous constatons que durant la période de notre essai , la température varie d'un jour à l'autre, tentôt croissante tantôt décroissante. Elle varie entre un minimum de 17.4 ^{o}C observé le 07/04/2013 et un maximum de 39.25 ^{o}C observé le 18/03/2013 avec une moyenne journalière de 28.39 ^{o}C.

II.1.2 Humidité relative de l'air

Le tableau en annexe , montre que l'humidité relative de l'air enregistrée durant le jour de notre expérimentation une valeur maximale de 68% observée le 24/04/2013 et une valeur minimale de 10% observée le 05/03/2013.

II.1.3 Ensoleillement

Nous remarquons que les durées d'insolation sont élevées. On constate que la période de notre essai est caractérisée par des journées ensoleillées. La valeur maximale est de 719 w/m² enregistrée le 02 /05 /2013.

II.2 Analyse des valeurs données par les différents méthodes des calculs des ETP

II.2.1 Les valeurs de l'ETP données par l'office national de météorologie (ONM) sur 12 mois, région de Ouargla

Tableau N°03: Les valeurs de l'ETP données par l'office national de météorologie (ONM) sur 12 mois, région de Ouargla.

Mois / ETP	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Jui.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
ETP $_{ONM}$(mm)	118.58	148.49	215.09	351.11	351.11	407.61	462.8	434.7	307.3	255.4	143.10	103.12
ETP(mm)= ETP$_{ONM}$xKc	59.3	74.25	107.6	139.3	175.55	203.8	231.4	217.4	153.65	128	71.6	51.6

ETP moyenne mensuelle: 134.45 mm

- ✓ ETP_{ONM}: évapotranspiration potentielle de l'ONM en mm.
- ✓ ***Kc***: coefficient cultural«0.5»

Les valeurs enregistrées avec les données de l'ONM sont comprises entre 175,55 mm et 107,6 mm avec une moyenne mensuelle égale à 140.81.

II.2.2 Calcul de l'ETP par la méthode de l'évaporométre du piche durant la période expérimentale (Mars. Avril . Mai. 2013)

$$\boldsymbol{ETP}\ \text{piche} = \boldsymbol{\gamma\alpha\beta Ep}$$

$\boldsymbol{\gamma}$**:** constante de Piche «0.37».

$\boldsymbol{\alpha\beta}$: variable fonction de la température moyenne journalière (^{o}C).

***Ep*:** évaporation de piche en mm.

***K*:** coefficient de correction la température (^{o}C).

$\boldsymbol{ETP}$**:**évapotranspiration potentielle en mm.

Kc: coefficient cultural «0.5»

Tableau N^{0} 04: ETP selon la formule de piche durant la période expérimentale (Mars. Avril . Mai.2013).

Mois / ETP	Mars	Avril	Mai
$\boldsymbol{\alpha\beta}$	30.7	26.42	28.07
K	5.2	4.63	4.92
$\boldsymbol{\gamma}$	0.37	0.37	0.37
Ep	13	23.66	38
$\boldsymbol{ETP}$ **piche** (mm)	25.01	40.53	69.17
ETP(mm)= $\boldsymbol{ETP}$piche x Kc	12,5	20,26	34,58

ETP moyenne mensuelle: 22,44mm

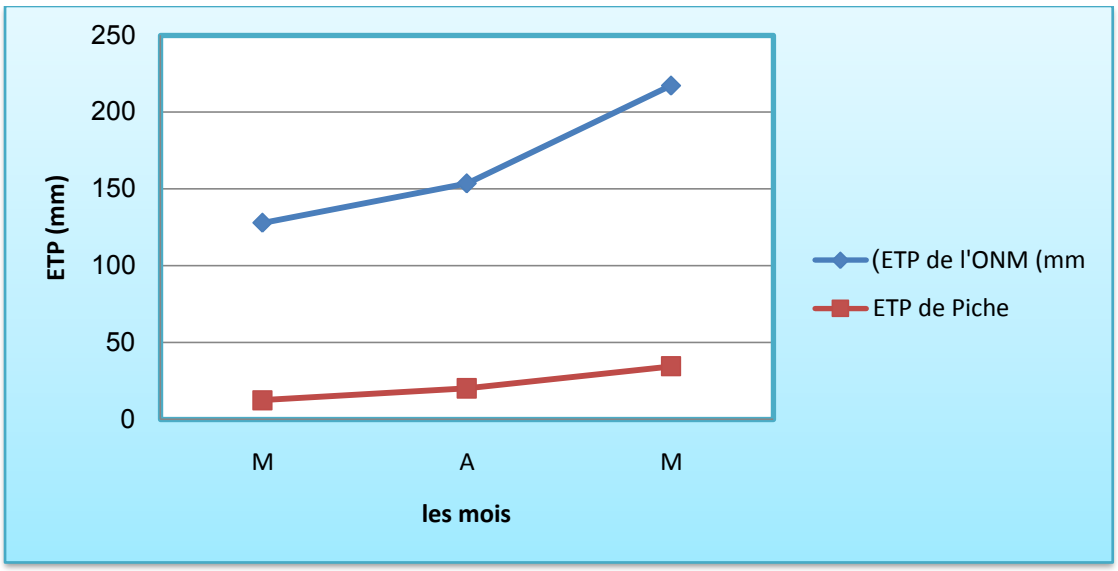


Figure N° 08: Variation mensuelle de l'ETP de Piche

Les valeurs enregistrées et calculées sont situées entre 12,5 mm et 34,58 mm, pour les mois compris entre Mars et Mai. La valeur moyenne mensuelle enregistrée est de 22,44 mm sur 3 mois.

II.2.3 Calcul de l'ETP par la méthode de l'évaporométre durant la période expérimentale(Mars. Avril . Mai. 2013) en station expérimentale ITAS

$$ETP: Ke \cdot Kc \cdot ETe$$

Avec:

***Ke*:** constante de l'évaporométre.

***ETe* :**évaporation de l'évaporométre.

***Kc*:** coefficient cultural.

Tableau N° 05: ETP selon la formule de evaporométre durant la période expérimentale (Mars. Avril . Mai. 2013)

Mois / ETP	Mars	Avril	Mai
Ke	0.8	0.8	0.8
Kc	0.5	0.5	0.5
ETe	13	23.66	38
ETP(mm)	5.2	9.46	15.2

ETP moyenne mensuelle: 9.95mm

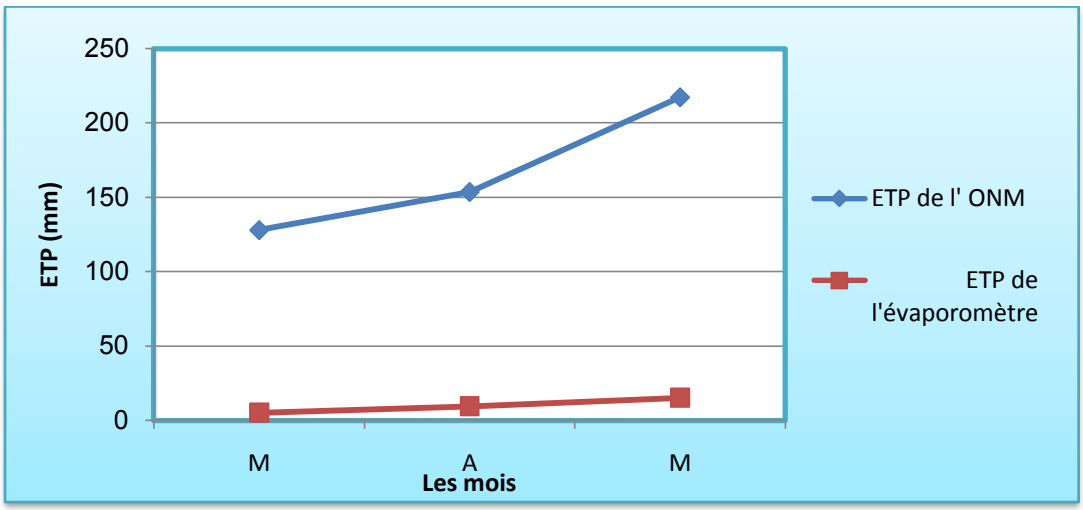


Figure N° 09: **Variation monsuelle de l'ETP de l'évaporomètre**

La méthode par l'évaporomètre, enregistre des valeurs comprises entre un minima de 5,2 mm et un maxima de 15,2 mm . Et durant l'intervalle compris entre les mois de Mars et Mai. La valeur moyenne mensuelle enregistrée se trouve égale à 9,95 mm**.**

II.2.4 Calcul de l'ETP par la méthode de bac classe (A) durant la période expérimentale de trois mois (Mars. Avril . Mai. 2013) en station expérimentale ITAS

ETP: Kb. Kc. ETb

Avec:

***Kb*:** constante de bac class A**.**

***Kc*:** coefficient cultural**.**

***ETb*:** évaporation de bac class A .

Tableau 06: ETP selon la formule de bac class A durant la période expérimentale (Mars. Avril . Mai. 2013)

Mois / ETP	Mars	Avril	Mai
K_b	0.7	0.	0.7
Kc	0.5	0.5	0.5
ETb	29.95	41.66	39
ETP(mm)	10.48	14.58	13.65

ETP moyenne mensuelle: 12,90mm

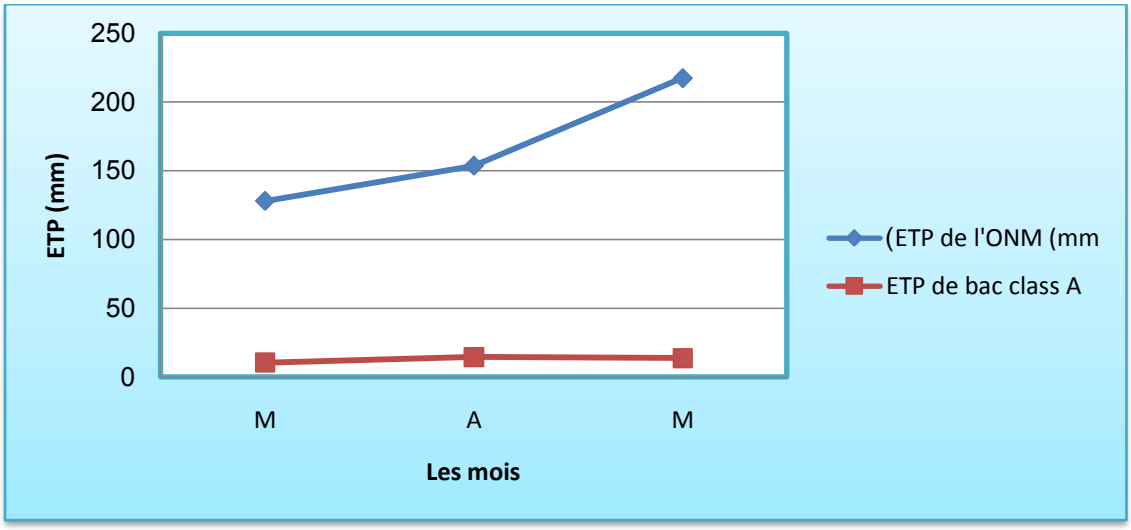


Figure N° 10: **Variation mensuelle de l'ETP de bac class A**

Les valeurs des ETP varient pour la période comprise entre Mars et Mai entre 10,48 mm et 13,65 mm avec une moyenne mensuelle de 12,90 mm**.**

II.2.5 Calcul de l'ETP par la formule de BLANEY et CRIDDLE sur une période de trois mois (Mars. Avril. Mai.2013).

$$ETP : 0,254.K.(1,8t + 32)P$$

***ETP*:** Evapotranspiration potentielle en mm.

***K*:** coefficient de BLANEY-CRIDDLE. Il est fonction de la culture et de la région considérée**.**

***T*:** température moyenne pendant la période considérée en ^{o}C.

***P*:** pourcentage de la durée moyenne du jour en fonction de la latitude.

***ETP*:** Evapotranspiration potentielle en mm.

Tableau N° 07: ETP selon la formule de BLANEY et CRIDDLE durant la période expérimentale (Mars. Avril . Mai. 2013)

Mois / ETP	Mars	Avril	Mai
T	30.7	26.42	28.07
K	0.5	0.5	0.5
P	12	13	13.7
(1,8t + 32)	87.26	79.55	82.52
$ETP_{BLANY-CRRIDDL}$	132.98	131.33	143.58
ETP (mm)= $ETP_{BLANY-CRRIDDL}$ x Kc	66,49	65,66	71,79

ETP moyenne mensuelle: 67,98mm

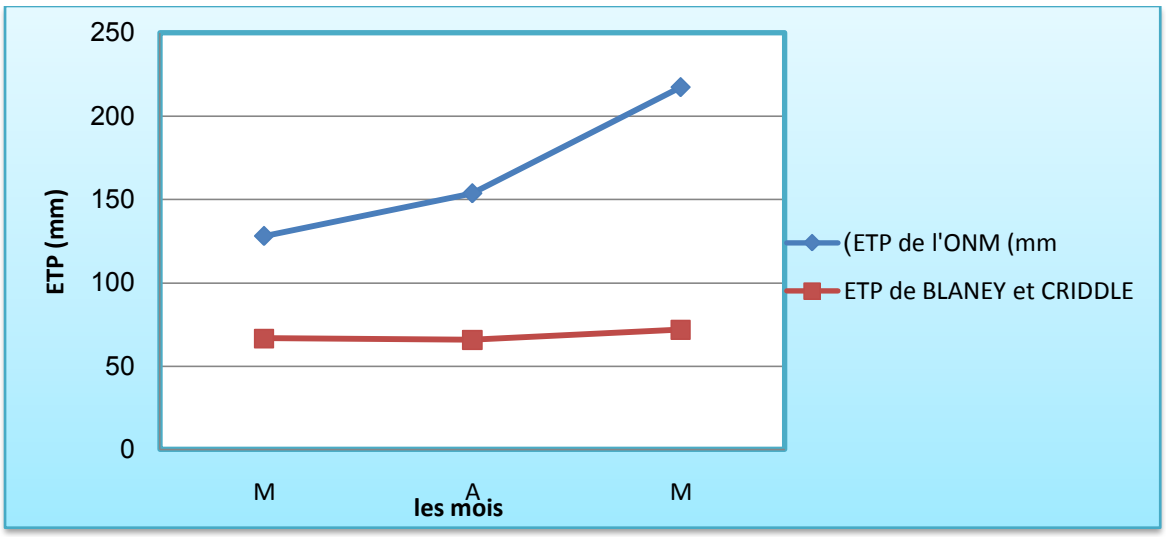


Figure N° 11: **Variation mensuelle de l'ETP de BLANEY et CRIDDLE**

Les valeurs de L'ETP par une période de trois mois ont été comprises entre 71,49 mm et 66,49 mm avec une valeur moyenne mensuelle de 67,98 mm.

II.2.6 Calcul de l'ETP par la formule de TURC sur une période de trois mois (Mars. Avril. Mai. 2013)

pour une humidité relative moyenne inférieur à 50% :

$$ETP = 0,013\frac{T}{T+15}(R_s + 50)(1 + (50 - Hr)/70)$$

Avec:

T **:** température moyenne journalière (C°) , pendant les mois considérés**.**

R_s : rayonnement solaire global(cal/cm^2).

Hr**:** humidité relative(%), pendant les mois considérés .

Kc**:** coefficient cultural«0.5».

ETP: évapotranspiration potentielle en mm.

Tableau N° 08: ETP selon la formule de TURC durant la période expérimentale (Mars. Avril . Mai.2013).

Mois / ETP	Mars	Avril	Mai
t (°C)	30.7	26.42	28.07
Rg (cal/cm^2)	952.72	1117.94	1417.14
Hr %	19.30	29.58	30.60
t/(t+15)	0.67	0.63	0.65
(Rg+50)	1002.72	1167.94	1467.14
(1+(50-Hr)/70)	1.43	1.29	1.27
ETP TURC	12.48	12.33	15.74
ETP (mm)=ETPTURC xKc(0,5)	6.24	6.16	7.87

ETP moyenne mensuelle: 6,75mm

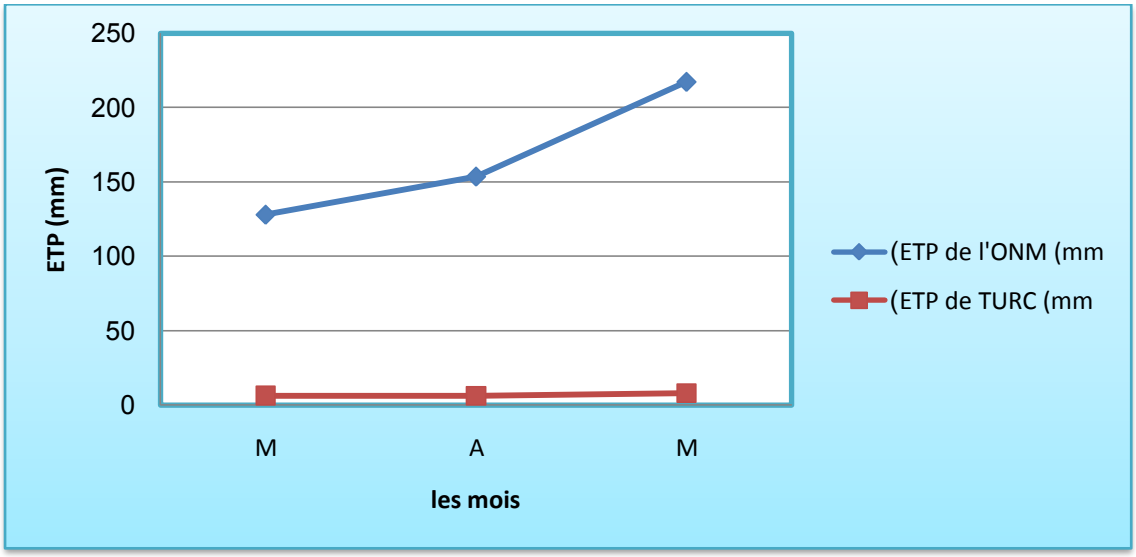


Figure N° 12: Variation mensuelle de l'ETP de TURC

La méthode par **TURC** , les valeurs sont comprises entre 7.87 mm et 6.24 mm dans l'intervalle compris entre les mois de Mars et Mai. La valeur moyenne mensuelle enregistrée se trouve égale à 6,75 mm.

II.2.7 Les valeurs de l'ETP obtenus par la formule de THORNTHWAITE (méthode de l'abaque)

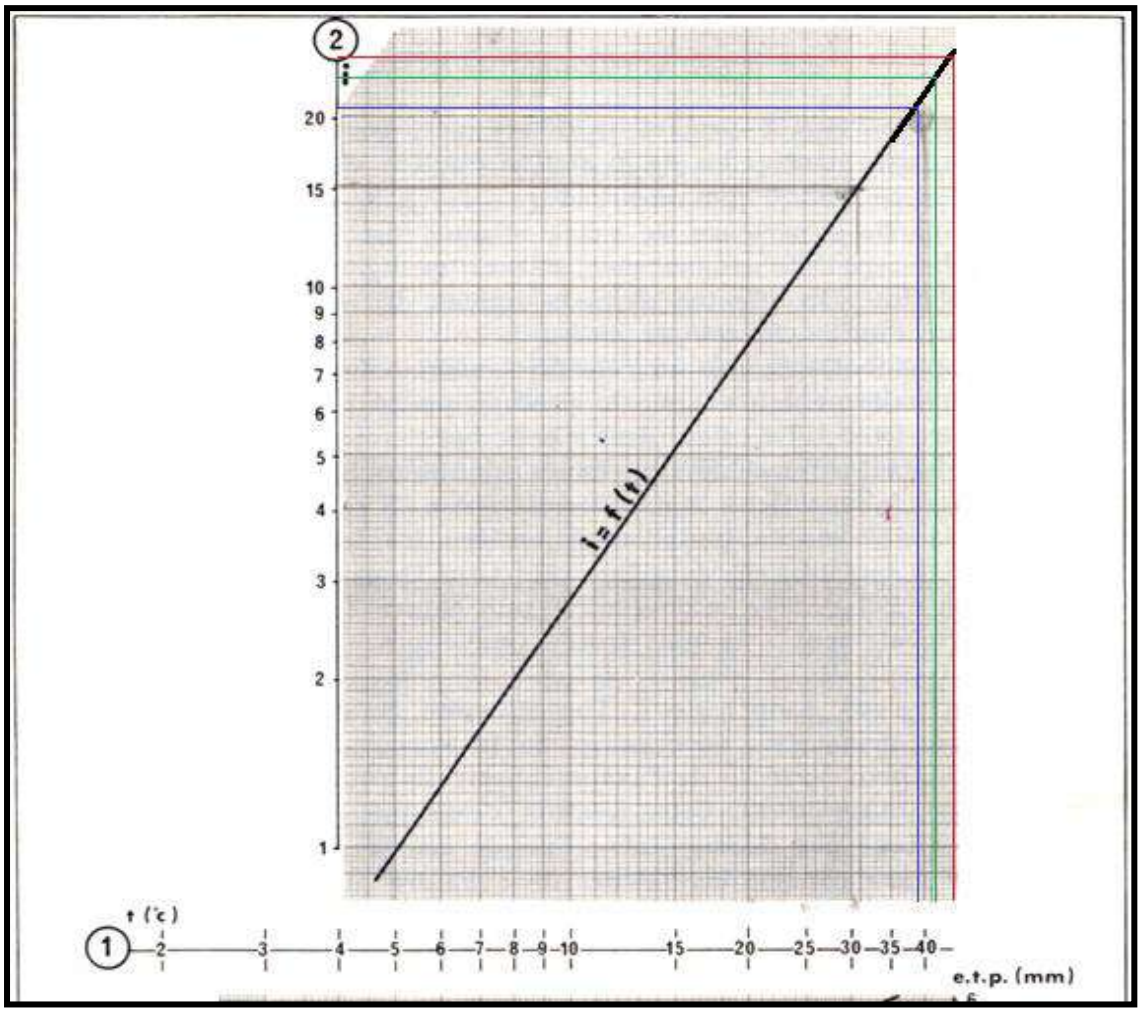


Figure N° 13 : Abaque établi par THORNTHWAITE pour le calcul de l'évaporation brute mensuelle.

Tableau N° 09: ETP selon la formule de THORNTHWAITE durant la période expérimentale (Mars. Avril . Mai.2013) .

Mois / ETP	Mars	Avril	Mai
Température (°C)	30.7	26.42	28.07
Température corrigé	15.07	12.13	13.58
Température+Température corrigé	45.7	38.55	41.65
ETP(mm) par abaque	25.5	21	23
ETP(mm)= ETP par abaque	12.75	10.5	11.5

ETP moyenne mensuelle:11.58 mm

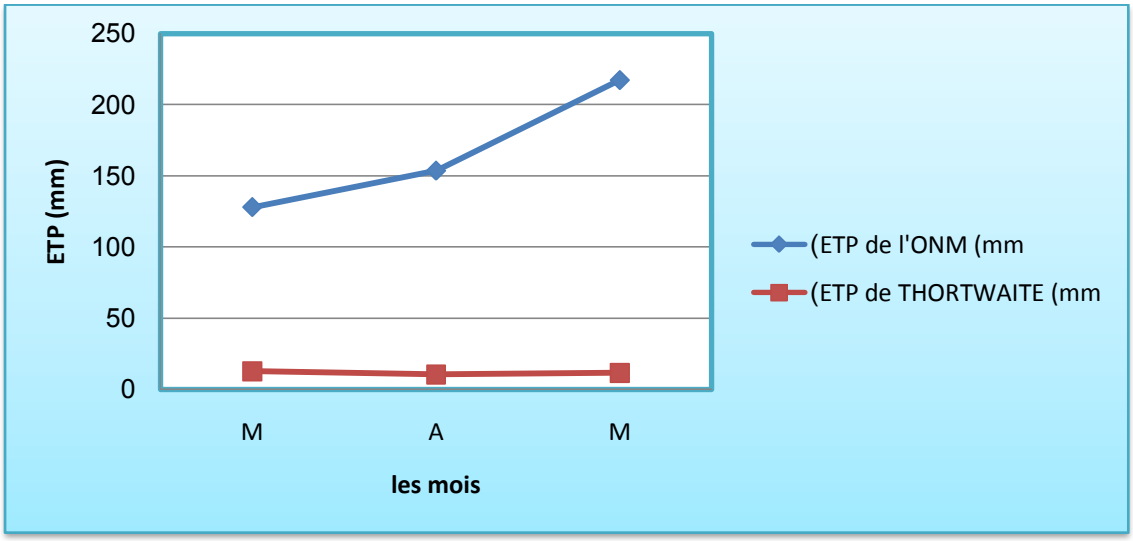


Figure N° 14: Variation mensuelle de l'ETP de THORNTHWAITE

Les valeurs obtenues graphiquement sont comprises entre 12.25 et 11.5 mm avec une moyenne mensuelle égale à 11.58mm, en considérant que la méthode de calcul est basée sur les températures.

II.3 La description des différentes méthodes de calculs des ETP

La description de ces différentes méthodes de calculs des ETP n'est pas à présent mise en jeu dans la région de Ouargla, ni dans la zone du semi /aride .La raison s'explique par le fait que:

- ✓ Notre explication n'a duré que de peu (3 mois).
- ✓ Les données sont établies sur une séquence trop courte .Ce qui signifie ,que la prise en considérations des quelques points représentés sur le graphique n'ont aucune considération dans l'emploi de tel ou tel projet agro/ hydraulique .Et ce à travers le

protocole expérimental qui présente une lacune en temps est dans un emploi non rationnel. Ce qui nous permet d'avancer l'idée, que dans le Sud algérien ,est d'importance capitale de réfléchir au développement de techniques et d'approches pour la rationalisation du calcul de l' ETP. Et avoir une stratégie de développement durable par l'installation de stations météorologiques: .(**Outil indispensable**)quant la mise en forme de la rationalité du calcul des ETP**.**

II.4 Critique de l'ensemble des valeurs données par les différentes méthodes des ETP

Tableau N⁰10: Les valeurs de l'ETP selon les différentes méthodes des calculs

Mois / ETP	Mars	Avril	Mai
ETP ONM(mm)	107.6	139.3	175.55
ETP du piche	12,5	20,26	34,58
ETP d'évaporométre(mm)	5.2	9.46	15.2
ETP de bac classe (A)(mm)	10.48	14.58	13.65
ETP du BLANEY-CRIDDLE (mm)	66,49	65,66	71,79
ETP du Turc(mm)	6.24	6.16	7.87
ETP du T.H(mm)	12.75	10.5	11.5

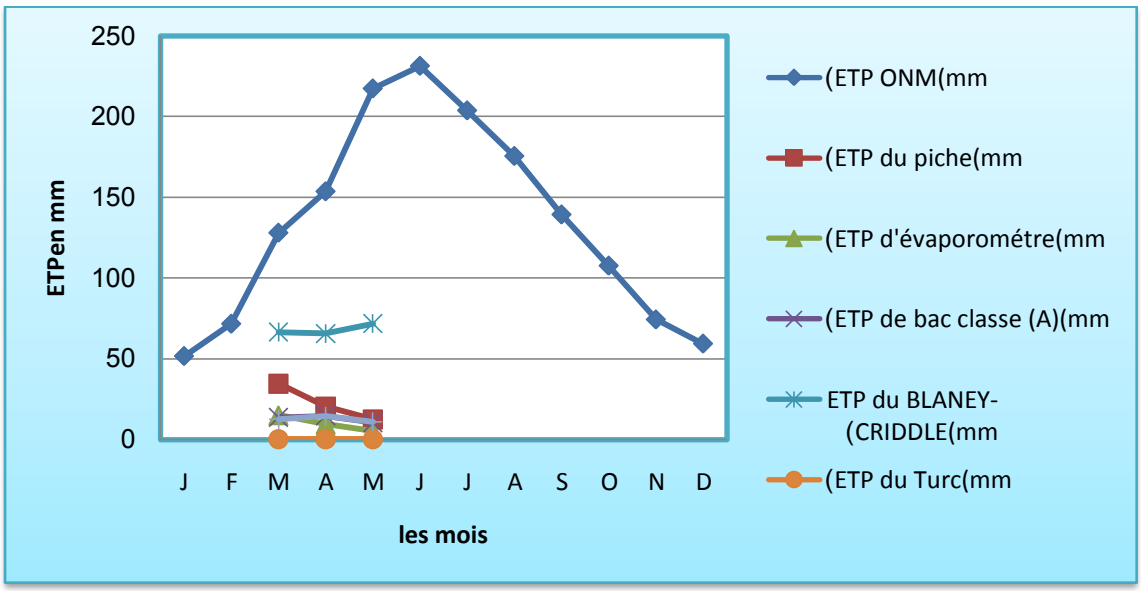


Figure N° 15: Variation mensuelle comparative de l'ETP par les différentes méthodes

Nous remarquons que les valeurs des ETP calculées par méthodes citées sont différentes d' un pas de temps à un autre.

Les valeurs les plus importantes sont enregistrées par les données fournies par l'ONM. L'impact de ces dernières se trouve sur le dimensionnement d'un réseau hydraulique, à l'exemple de la submersion où les paramètres dimensionnels seront de grandes dimensions. Car le débit fictif critique de pointe à véhiculer s'assimile en conséquence. Ces dernières se feront voir sur la main d'eau qui sera difficilement maitrisable.

Les valeurs des ETP calculées par l'évaporomètre, le Bac de classe A, et celle de THORNTHWAITE ne sont pas loin les unes des autres. Les débits à véhiculer ne seront pas aussi importants que ceux calculés par les valeurs données par l'ONM.

Mais l'inconvénient, c'est que les pertes de charge seront importantes, d'où la puissance de la moto/pompe assez grande par conséquence son prix d'achat sera en conséquence.

Pour les valeurs données par Blaney et Criddle , sont plus ou moins importantes par rapport à celles que l'on vient de décrire.

L'utilisation de cette méthode est d'un emploi courant par les agronomes. Car elle est dotée dans sa structure par le coefficient cultural Kc.

II.5 Assimilation-ressemblance à notre cas d'étude

Dans le but de fructifier notre travail sur l'étude des l'évaporations potentielles, nous avons essayé de prendre quelques cas de similitude:

- **LE PREMIER CAS**

Le thème étudié traite des modèles d'évaporation potentielle, et leur impact sur les ressources en eau à la parcelle Par **THABET MOHAMED ,INRA .Tunisie colloque INR Déc. 2009** .La résultante de cette étude de recherche est basée sur le processus d'évapotranspiration potentielle. Ce paramètre a défini le calendrier d'arrosage des cultures, et qu'à partir de ce dernier, il a mis en équation le dimensionnement du réseau d'irrigation à savoir : débit puissance de la moto/pompe.

Les différentes méthodes du calcul des ETP sont à la base physique et empirique. Certaines formules sont basées sur la température, telles que celle de BLANY et CRIDLLE, par contre d'autres sont basées sur la combinaison de plusieurs paramètres telles que la température, l'humidité et la radiation solaire.

Cette étude a pour objectif de comparer quelques modèles de base, de température pour une zone aride du Sud/Est de Tunisie. Elle a montré que les modèles les plus fiables sont celui de la formule suggérée par le climatologue "RIOU" pour Médenine. prêter cas.

- **LE DEXIEME CAS D'ETUDE**

Contribution à la conceptions d 'un évaporométre sur une surface poreuse. Par **HAMDI BOUALEM .mémoire d'ingénieure INA EL HARACH année 1992**. Dans cette recherche, il ya lieu de mettre en valeur des calculs par ces différents évaporométres. Dans un premier temps il a suggéré que:

Les évaporations obtenues sont sous estimées en comparaison avec le bac de class A .En remarquant qu'il y a une bonne corrélation entre les deux systèmes:

- ✓ les valeurs du bac sont très importantes.
- ✓ Les écarts entre l'évaporométre à style poreux et le bac de class A varient en fonction des conditions climatiques .

Dans cet essai, le problème réside dans l'application de la recherche ou il faut apparemment procéder à des actions répétitives.

Conclusion

D’une façon générale, dans ce travail nous avons essayé d’étudier l’évolution des ETP par différentes méthodes, et finalement, opter pour une méthode valable et adaptable dans la région de Ouargla. Dans ce cas, nous avons profilé un modèle sur l’obtention et l’utilisation d’une seule formule qui sera considérée comme l’unité décisionnelle d’un projet quelconque en agronomie, et que finalement on généralisera dans le temps et dans l’espace à travers les unités de production phoenicicole.

Partie 3:

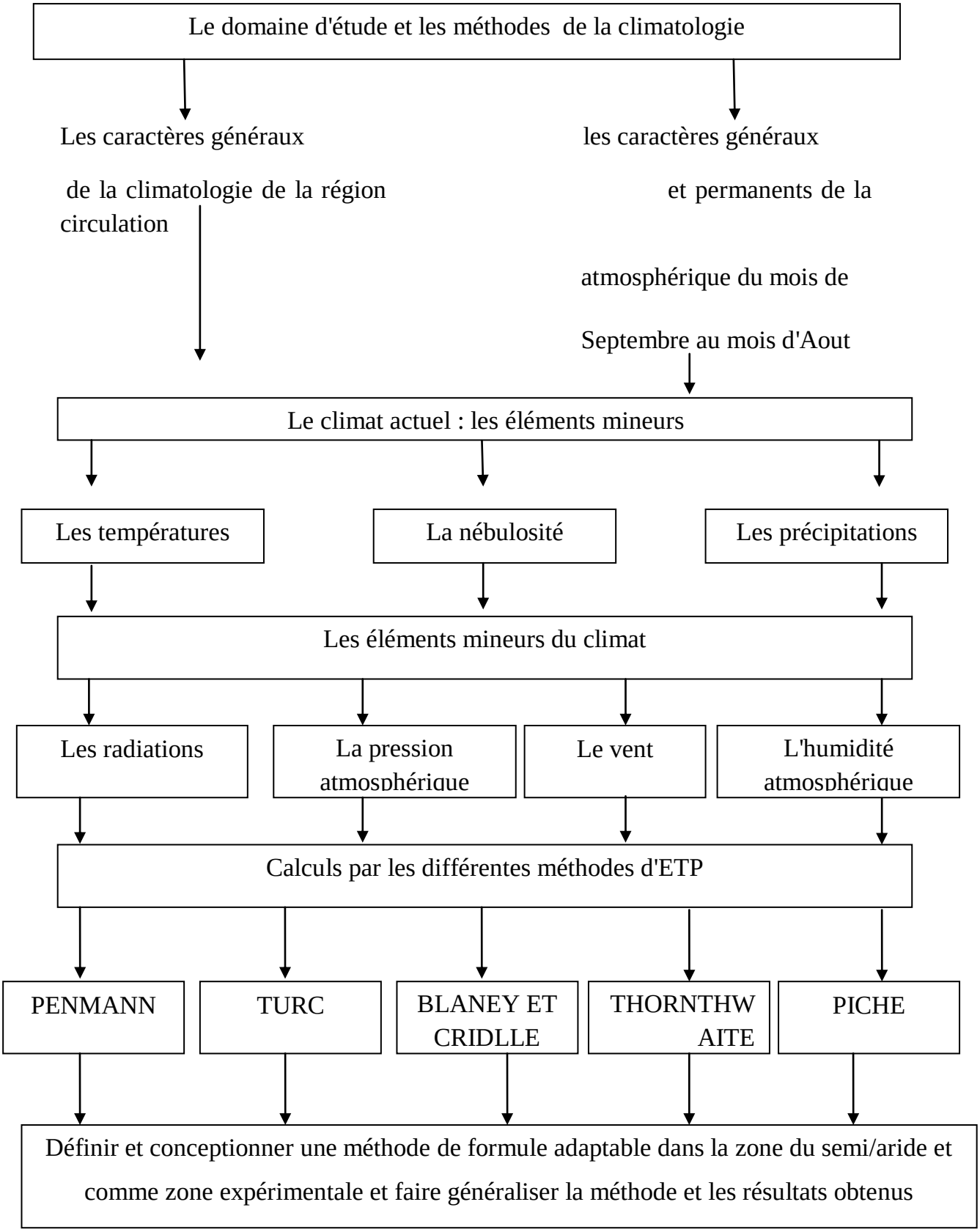
Modélisation de l'étude

Introduction

Les données sur l'évapotranspiration ont été acquises à l'exploitation de l'ITAS. Cette dernière est considérée comme une station, puisqu'un certain matériel à été placé de façon à avoir des données fiables. Mais manque de pot, la durée de l'expérimentation n'a duré que peu (3 mois). Le plus important dans cette expérimentation, c'est l'initiation aux calculs des ETP, qui jusqu'à présent n'a pas été entamée. Si l'on veut, nous sommes les premières à nous donner avec difficulté à cette étude référenciée par un nombre important de climatologues.

Nous avons essayé de travailler un modèle, qui regroupe les axes fondamentaux aboutissant à court et long terme à sa généralisation. Mais le problème réside en permanence dans les moyens à mettre en œuvre de façon à acquérir des données fiables pour opter pour une formule valable dans les zones du semi/aride.

1-La modélisation de l'étude des évapotranspirations potentielles



La modélisation que nous venons de décrire est basée sur les différentes méthodes de calculs des ETP à savoir: TURC, PENMAN, BLANEY et CRIDDEL , THORWAITE

et Piche. Cette modélisation sera organisée dans le temps et dans l'espace par les différents paramètres climatiques qui seront obtenus par les méthodes directes et indirectes sur des appareils appropriés à la climatologie . Pour cette raison, il est de prime à faire installer dans les unités production Phoenicicole des sous stations composées d'un minimum d'appareils contrôlant les paramètres atmosphériques. A l'exemple d'un pluviomètre. D'un thermomètre à maxima et minima. Tous ces instruments ont un impact direct sur les méthodes des calculs des ETP .

L'échange aux différentes obtentions des chiffres est longuel , par le fait que la caractérisation de l'adaptabilité d'une méthode d'ETP doit transiter par l' l'étude du milieu qui est le semi/aride.

De ce, la comparaison entre les différentes méthodes d'ETP, nous obtenons une seule méthode qui sera l'unité décisionnelle dans tous les projets hydro/agricoles. Par le fait qu'elle est généralisable dans le temps et dans l'espace à travers tout le Sud algérien.

2- Explication du modèle:

Notre modèle sur les calculs des ETP est décrit par trois axes importants.

- ✓ **Le première axe:** est axé sur les unités Géo/climatiques où la valeur des caractères généraux de la région d'étude sont mis en relation avec les phénomènes régissant l'atmosphères, et ce durant le cycle annuel
- ✓ **Le deuxième axe:** Composé par les structures climatiques d'ordre mineur a savoir les températures- La nébulosité-Les Précipitations-et parallèlement le pouvoir de radiation- La pression atmosphérique-le vent et l' humidité relative considérés dans un stade majeur.
- ✓ **Le troisième axe:** Des deux premiers axes composants les outils de calcul des évaporations, nous procéderons dans un temps final à l'élaboration des calculs des ETP par les différentes méthodes à savoir: PANMAN- TURC-BLANEY et CRIDLLE- THONTHWAIT-PICHE.

Finalement, la modalité de ces méthodes est de mettre en étude une méthode valable et applicable dans le domaine du Semi/aride. Il est à rappeler qu'aucune étude n'a été faite dans ce sens. où finalement les Agro/hydrauliciens peuvent en jouir, quant à une utilisation rationnelle et fiable dans le domaine des projets. De la mise en exécution, sous forme de modèle basée sur une généralisation, dans les unités de

production agricole, ou autre est de prime pour l'avancement dans les stratèges économiques dans domaine du semi/aride.

La mise sur rail d'une méthode d'évaporation est très importante. Car celle de BOUCHET a un caractère d'ordre économique. La méthode avancée par les calculs doit se faire voir sous l'angle d'une modélisation généralisable dans les agro systèmes d'optique durable. L'outil principal pour l'étude de l'évaporation et dans sa fiabilité est dans une condition primordiale rattaché à la recherche /action, fonction du temps de recherche et des moyens technico/informatiques à mettre en œuvre.

Conclusion

La modélisation présentée dan cette troisième partie, n'est autre qu'une esquisse très réduite de l'ensemble des axes qui interviennent dans les études des évapotranspirations. Les moyens que nous avons utilisés s'avèrent très réduits, mais notre objectif est l'initiation aux calculs des ETP de façon à sélectionner dans le temps et dans l'espace une méthode d'ETP, adaptable et valable dans le milieu aride et semi/aride dont l'utilité est la mise en œuvre d'un objectif primordial quant au dimensionnement des réseaux hydro/agricoles. La généralisation est soulignée par l'outil recherche/action avec bien sur assimilation à d'autres cas de la même étude entamée dans d'autres espaces. Ces derniers représentent le calage du modèle avec l'outil la recherche /action organisée dans le temps et dans l'espace de façon à structurer le modèle en question, et le rendre standard à travers tout l'espace du semi/aride.

Conclusion générale

Conclusion générale

Au terme de notre étude qui avait pour objectif de prendre des mesures directes de l'évaporation à l'aide d'un évaporomètre classe A et d'un évaporométre sur surface poreuse et des valeurs obtenues par office national météorologique , on peut tirer les conclusions suivantes:

- Les résultats obtenus à travers le calcule de l'ETP par différent méthode sont présenté dans résultats aussi différent que les méthode aux même .
- Apres la courte période d'expérimentation ne peu déduire que le résultat préliminaire qui doit être confirmé . .
- L'écart entre les évaporations des trois modes de lectures varies en fonction des conditions climatiques : faibles pendant la période froide (Janvier-Février données par l'ONM) expliqué par les faibles températures et par l'humectation de la plaque poreuse dont le système en question est peu fonctionnel.
- Nos explications portant sur les données fournies par l'ONM.

Durant l'essais qui a porté sur trois mois, nous avons remarqué que l'eau du bac s'évapore plus que celui de la plaque poreuse. Les données fournies par l'ONM donnent des explications dans la même image.

Enfin pour que cette étude sera mieux approfondie, on recommande d'augmenter le nombre d'essais pour la période, en tenant comporte des conditions climatiques et de la porosité de la surface évaporant qui a une influence sur la quantité d'eau évaporée.

En perspectives il serait tes intéressent d' élargir l'étude sur d'autre agrosysteme,et voir la possibilité à l'avenir proche de valgariser la dose d'irrigation

Références Bibliographiques

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BARNITER I., 1978- Elément pour l'étude du climat et la bioclimatologie. Document reneotupé INA. paris: 101p.

BNEDER ., 1992 - Hydrogéologie, Mission .n° 2. TIPAZA: 25p.

BOUCHET R.J., ROBELIN M., 1969- Météorologie et agronomie bulletin technique d'information : 238 p.

BROOKS N., 2006- Changement climatique sécheresse et pastoralisme au Sahel. Note de discussion pour l'initiative mondiale sur le pastoralisme durable. Data. Org/Wisp/Fr/document. French/climate. Change-Fr-PDF

CHARLES R., 1975- La détermination pratique de l'évaporation . Application à l'Afriques centrale. ORSTOM. Paris: pp 27-67.

CLEMENT M., PAUL A., JEAN C.C., 2007- Bases techniques de l'irrigation par aspersion: pp 455-457.

DAESHINER M., **1985-** Les problèmes agronomiques en culture cotonnière en Iran. Vol 2. Paris :40 p.

DAMAGNEZ J., 1976- Economie de l'eau en zone aride:Climant et efficacité de l'eau, gestion des ressources en eau .Annales de l'INA2.paris: pp 15-20.

DIELPHR ., 1975-Agriculture général. EDJB bailleres. Paris: 198 p .

DUBOST D., 1992- Aridité, agriculture et développement : le cas des oasis algériennes . In sécheresse no 2. vol. 3.

DUTIL P., SAMI C., 1960- Essai de bilan hydrologique du chott de Ouargla. VIe journée de l' hydraulique. Grenoble: pp. 309-314.

GUEORGUIEV D., ETOLL., 1980-Etude des précédant culturaux en irrigué dans de tessaout .Al-auania: 58 p.

HAMDI B., 1992- Contribution a la conception d'un evaporomètre sur une surface poreuse (essai II) .Diplôme D'agronomie. INA. EL- HARRACH: pp 1-26.

ITCF-AGPM : « L'irrigation du maïs », 1981 ; ed. ITCF-AGPM. London: pp 120-145.

LAROUCI N., 1991- Contribution à la conception d'un évaporomètre a surface poreuse. Thése Ing.Agr., INA,Al harrach.

NORIM ., DAVIES J., 2007- Vent du changement : changement climatique, adaptation et pastoralisme l'initiative mondiale pour un pastoralisme durable.WWW.iucn.org/Wisp/Fr/document-French/Wisp-ccap-final-Fr-pdf p270

PEGUY CH . P., 1970- Précis de climatologie. 2eme édition ,ed. Masson et cie. Paris: pp 265-275.

PENMAN H.L., 1948- Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. R. Soc. London: pp120-145.

RIOU Ch., ITIER B.,1983- Modification de la formule de dalton à partir d'une nouvelle formulation du flux de chaleur sensible en condition adiabatique. Journal of hydrology. pp.359-371.

ROCHE M.A., 1973- L' hydrogéologie de la haute Saoura et l' erg occidental. Travaux de collaboration bult N° 47.240 p.

ROUVILLOIS., BRIGOL M., 1975- Le pays de Ouargla (Sahara algérienne). Département géographique Université de Sorbonne .390p.

SAINIH S., ASPINALL D., 1998-Sterility in weat induced by water deficit orhigh temperature: possible mediation by abxisic acid. Australia: pp 529-537.

SOGREAH ., 1994 - Etude des nappes alluviales entre Chalon sur Saône et la Truchère. Conseil Général de Saône et Loire. Thése Ing.Agr .service départemental de l'agriculture.

SOLTNER D., 1986- Les bases de la production végétale. coll.STA.Angers: 21p.

THABET M., 2009- Modèles d'évaporation potentielle, et leur impact sur les ressources en eau à la parcelle. INRA .Tunisie colloque INR .

TOURAD O.S., 1990- Contribution à la conception d'un évaporomète a surface poreuse. Thés Ing Agr. INA. El –HARRACH.

TURNER N.C., 1986- Adaptation to water deficits: achanging perspective. Australia.

ULLMAN W.J., 1985- Evaporation rate from a salt pan : Estimate from chemical profiles in near surface groundwater. J. Hydrol. Vol. 79. pp 365-373.

Annexes

Tableau N°01: Variation de la température journalier en °C de mois de Mars

Date	8:30	11:30	14:30	moyenne
03/03/2013	25°c	33,1 °c	38 °c	32,033333
04/03/2013	26,7 °c	33,7 °c	38,4 °c	32,933333
05/03/2013	28,3 °c	34,9 °c	37 °c	33,4
06/03/2013	22,7 °c	35,9 °c	38 °c	32,2
07/03/2013	31,5 °c	34 °c	34,4 °c	33,3
10/03/2013	26,4 °c	31,3 °c	35,4 °c	31,033333
12/03/2013	22,9 °c	32,9 °c	30,4 °c	28,733333
13/03/2013	25,5 °c	27 °c	36,2 °c	29,566667
14/03/2013	22,7 °c	30,4 °c	35,6 °c	29,566667
17/03/2013	22,8 °c	38 °c	34 °c	31,6
18/03/2013	/	36,3 °c	42,2 °c	39,25
19/03/2013	23, 7 °c	29,9 °c	42,1 °c	31,9
20/03/2013	25,6 °c	34 °c	40,7 °c	33,433333
21/03/2013	24 °c	25,1 °c	29,5 °c	26,2
25/03/2013	27,5 °c	29,4 °c	24,1 °c	27
26/03/2013	/	/	29,2 °c	29,2
27/03/2013	26,6 °c	31,8 °c	41,7 °c	33,366667
28/03/2013	21 °c	22,6 °c	29 °c	24,2

TableauN°02: Variation de la température journalier °C du mois d'Avril

Date	8:30	11:30	14:30	Moyenne
02/04/2013	/	34,3 °c	25 °c	29,65
03/04/2013	24,6 °c	38 °c	41,4 °c	34,66667
07/04/2013	13,8 °c	18 °c	20,4 °c	17,4
08/04/2013	23,3 °c	32,1 °c	38,7 °c	31,36667
09/04/2013	25 °c	27,5 °c	25,7 °c	26,06667
10/04/2013	30 °c	33,9 °c	35,1 °c	33
11/04/2013	20,6 °c	27,4 °c	32 °c	26,66667
14/04/2013	22,7 °c	29,7 °c	39,7 °c	30,7
15/04/2013	22,2 °c	19,1 °c	25,4 °c	22,23333
16/04/2013	22,5 °c	31,4 °c	/	26,95
17/04/2013	24,9 °c	22,6 °c	25,1 °c	24,2
18/04/2013	22,6 °c	21,8 °c	25,6 °c	23,33333
21/04/2013	25,6 °c	31,3 °c	30,5 °c	29,13333
22/04/2013	21,8 °c	25,7 °c	30 °c	25,83333
23/04/2013	16,8 °c	18,3 °c	21,3 °c	18,8
24/04/2013	13,6 °c	14,4 °c	25,3 °c	17,76667
25/04/2013	25,5 °c	28,3 °c	31 °c	28,26667
28/04/2013	26,6 °c	31,1 °c	35,7 °c	31,13333
29/04/2013	26,6 °c	29,4 °c	33 °c	29,66667
30/04/2013	23,9 °c	34,9 °c	28,8 °c	29,2

Tableau N°03: Variation de la température journalière en °C du mois de Ma

Date	08:30	11:30	14:30	Moyenne
02/05/2013	28,7 °c	32.5 °c	32.1 °c	31.2
05/05/2013	25.4 °c	29.1 °c	32.9 °c	29.8
06/05/2013	22.4 °c	22.3 °c	26.8 °c	23.8
07/05/2013	25.0 °c	29.7 °c	30.4 °c	28.36
08/05/2013	25.4 °c	26 °c	25 °c	25.4
09/05/2013	29 °c	30.9 °c	32.1 °c	30.6

TableauN°04: Variation de l'humidité relative en % journalière du mois de Mars

Date	08:30	11:30	14:30	moyenne
03/03/2013	/	16	13	14,5
04/03/2013	25	17	/	21
05/03/2013	13	8	/	10,5
06/03/2013	48	21	/	34,5
07/03/2013	24	17	15	18,66667
10/03/2013	30	16	12	19,33333
12/03/2013	26	17	11	18
13/03/2013	12	11	9	10,66667
14/03/2013	38	13	10	20,33333
17/03/2013	12	7	6	8,333333
18/03/2013	/	15	7	11
19/03/2013	20	16	8	14,66667
20/03/2013	15	14	11	13,33333
21/03/2013	25	38	30	31
23/03/2013	22	10	10	14
25/03/2013	39	24	25	29,33333
26/03/2013	/	/	19	19
27/03/2013	30	21	19	23,33333
28/03/2013	/	42	29	35,5

TableauN°05: Variation d'Humidité relative en %journalière du mois d'Avril

Date	08:30	11:30	14:30	Moyenne
02/04/2013		10	31	20,5
03/04/2013	27	12	/	19,5
07/04/2013	50	34	/	42
08/04/2013	16	10	8	11,33333
09/04/2013	16	22	29	22,33333
10/04/2013	15	12	11	12,66667
11/04/2013	47	14	/	30,5
14/04/2013	31	22	7	20
15/04/2013	34	61	43	46
16/04/2013	41	27	/	34
17/04/2013	31	38	26	31,66667
18/04/2013	32	38	27	32,33333
21/04/2013	30	27	23	26,66667
22/04/2013	37	44	23	34,66667
23/04/2013	39	50	42	43,66667
24/04/2013	82	78	44	68
25/04/2013	34	29	22	28,33333
28/04/2013	34	23	12	23
29/04/2013	24	29	22	25
30/04/2013	18	21	20	19.66

Tableau N°06: Variation d'Humidité relative en % journalière du mois de Mai

Date	08:30	11:30	14:30	Moyenne
02/05/2013	18	21	20	19.66
05/05/2013	35	27	17	26.33
06/05/2013	46	44	30	40
07/05/2013	44	30	28	34
08/05/2013	33	38	35	35.33
09/05/2013	32	28	25	28.33

Tableau N°07: Variation de l'ensoleillement en w/m^2 journalière du mois de Mars

Date	08:30	11:30	14:30	Moyenne
03/03/2013	/	604	440	522
04/03/2013	359	596	529	494,6667
05/03/2013	306	372	/	339
06/03/2013	160	558	/	359
07/03/2013	338	626	567	510,3333
10/03/2013	198	623	397	406
12/03/2013	351	574	338	421
13/03/2013	332	329	638	433
14/03/2013	347	657	566	523,3333
17/03/2013	174	677	303	384,6667
18/03/2013	/	612	567	589,5
19/03/2013	146	530	573	416,3333
20/03/2013	109	651	463	407,6667
21/03/2013	415	672	505	530,6667
23/03/2013	253	659	699	537
25/03/2013	175	642	652	489,6667
26/03/2013	/	/	482	482
27/03/2013	548	549	439	512
28/03/2013	/	249	436	342,5

Tableau N°08: Variation de l'ensoleillement journalière en w/m^2 du mois d'Avril

Date	08:30	11:30	14:30	moyenne
02/04/2013	/	732	703	717,5
03/04/2013	/	615	642	628,5
07/04/2013	428	/	583	505,5
08/04/2013	357	698	654	569,6667
09/04/2013	265	633	324	407,3333
10/04/2013	552	733	647	644
11/04/2013	484	768	/	626
14/04/2013	278	653	562	497,6667
15/04/2013	225	299	316	280
16/04/2013	115	398	/	256,5
17/04/2013	500	706	607	604,3333
18/04/2013	506	705	666	625,6667
21/04/2013	590	788	347	575
22/04/2013	401	743	666	603,3333
23/04/2013	460	574	363	465,6667
24/04/2013	130	57	695	294
25/04/2013	596	755	769	706,6667
28/04/2013	546	501	532	526,3333
29/04/2013	577	718	601	632
30/04/2013	549	655	728	644

Tableau N°09: Variation de l'ensoleillement journalière en w/m^2 du mois de

Date	08:30	11:30	14:30	moyenne
02/05/2013	649	781	727	719
05/05/2013	581	779	668	676
06/05/2013	699	536	698	644,3333
07/05/2013	554	773	769	698,6667
08/05/2013	654	810	554	672,6667
09/05/2013	649	789	683	707

Mai

Tableau N⁰10: Variation de la vitesse de vent journalier en Km/h de mois de Mars

Date	8:30	11:30	14:30	moyenne
03/03/2013	/	0	0	0
04/03/2013	0	0	16	5.33
05/03/2013	0	17	/	8.5
06/03/2013	0	8	/	4
07/03/2013	0	2	9	3.66
10/03/2013	0	11	5	5.33
12/03/2013	0	0	24	8
13/03/2013	0	0	6	2
14/03/2013	5	0	0	1.66
17/03/2013	0	4	6	3.33
18/03/2013	0	2	/	1
19/03/2013	0	12	7	5.66
20/03/2013	5	16	8	9.66
21/03/2013	0	13	0	4.33
23/03/2013	14	16	20	16.6
25/03/2013	5	9	0	4.66
26/03/2013	/	/	11	11
27/03/2013	6	16	10	10.6
28/03/2013	0	/	2	1

TableauN°11: Variation de la vitesse de vent en Km/h journaliere du mois d'Avril

Date	8:30	11:30	14:30	Moyenne
02/04/2013	0	10	2	4
03/04/2013	0	7	10	8.5
07/04/2013	0	0	4	1.33
08/04/2013	0	20	12	10.66
09/04/2013	4	10	12	8.6
10/04/2013	0	0	6	2
11/04/2013	4	0	0	1.33
14/04/2013	11	12	11	11.3
15/04/2013	9	25	19	17.16
16/04/2013	2	13	0	5
17/04/2013	7	21	15	14.33
18/04/2013	5	18	8	10.3
21/04/2013	2	5	4	3.66
22/04/2013	0	0	6	2
23/04/2013	6	18	17	13.6
24/04/2013	0	0	5	1.6
25/04/2013	5	17	16	12.6
28/04/2013	4	20	40	21.3
29/04/2013	11	0	4	5
30/04/2013	0	0	0	0

Tableau N⁰12: Variation de la vitesse de vent journalier en Km/h de mois de Mai

Date	08:30	11:30	14:30	moyenne
02/05/2013	0	7	5	3.66
05/05/2013	1	0	0	0.3
06/05/2013	2	2	8	4
07/05/2013	0	0	0	0
08/05/2013	6	7	14	9
09/05/2013	0	0	0	0

Tableau N⁰13: Variation des Evaporations Journalières en (mm) estimées par la méthode d'Evaporomètre de mois d'Avril et Mai

Jour	10-11/04	12-15/04	16-18/04	18-22/04	24-27/04	27-30/04	02-05/05	06-09/05
Evaporation de l'évaporomètre en (mm)	10	10	15	15	25	10	9	15

Tableau N⁰14: Variation des Evaporations Journalières en (mm) estimées par la méthode bac classe A de mois Mars

Jour	5	6	7	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	25	27	28
Evaporation de bac classe A en (mm)	205.7	56.1	79.9	102.8	93	46.1	121.3	69.3	142	97.7	16.1	105.7	61.0	10	8	1

Tableau N⁰15: Variation des Evaporations Journalières en (mm) estimées par la méthode bac classe A de mois Avril

Jour	2	7	8	9	10	11	14	15	16	17	18	21	22	23	24	25	28	29	30
Evaporation de bac classe A en (mm)	12	6	9	5	6	5	7	9	3	6	3	6	3	7	3	5	16	8	6

Tableau N°16: Variation des Evaporations Journalières en (mm) estimées par la méthode bac classe A de mois de Mai

Jour	5	6	7	8	9
Evaporation de bac classe A en (mm)	6	11	5	8	9

Résumé

Etude de l'évapotranspiration réelle liée à l'évapotranspiration potentielle et à la production agricole phœnicicole à l'échelle de l'écosystème de l' ITAS. Mise au point d'un modèle basé sur la consommation de l'eau et la production agricole.

Les unités de production phoenicicole souffrent de fortes intensités d'évapotranspiration. Ce qui a pour conséquence les fortes doses d'irrigation a appliquer lors de la mise en œuvre des irrigations. les valeurs données à travers les calculs des E T P sont différentes d'une méthode à une autre. Cela s'explique par le fait que jusqu'à présent les agronomes n'ont pas travaillé du point de vue recherche pour finalement adopter et adapter une formule valable dans les conditions agronomiques du climat aride et semi aride. Pour ce, nous avons procédé à une recherche sur l'application des différentes méthodes où nous avons limité notre travail aux: valeurs moyennes d'ETP: Piche 34,58 mm, Evaporométre 9,95 mm, Bac class A: 13,65mm, BLANEY et CRIDDL: 67,98mm, TURC: 7,84mm, THORNTHWAITE: 12,66mm, ONM: 140,1mm.

Pour analyse, on se rencontre qu' il y a à l'exemple du bac class A une surestimations d'ETP et aussi pour celle de l' ONM, et des sous estimations pour les autres formules. Les conséquences se situent sur le dimensionnent des projets hydro/agricoles. Pour la fiabilité de ces méthodes et aboutir à une méthode valable dans le région aride et semi aride, il faut procéder à des recherches répétitives.

Les mots clés: **ETP, production phoenicicole , irrigation, Evaporométre, bac class A, ONM, semi / aride.**

ملخص

دراسة التبخر الفعلي المتعلق بضغط التبخر والإنتاج الزراعي للنخيل على مستوى النظام البيئي لمستثمرة الكلية.

تحصيل نموذج يعتمد على استهلاك الماء وعلى الإنتاج الزراعي .

إن وحدات إنتاج التمور يعانون بصورة واضحة من ارتفاع شدة التبخر. وقد أدى ذلك إلى رفع جرعات الري المطبقة . القيم المستخلصة من خلال حسابات ال ETP تختلف من طريقة إلى أخرى

إن المهندسين الزراعيين حتى الآن لم يتمكنوا في مجال بحوثهم من اعتماد صيغة مناسبة وتكييفها في الظروف الزراعية للمناطق القاحلة والشبه القاحلة. و نحن بدورنا سنحاول من خلال دراستنا هذه ،من تطبيق مختلف الأساليب لحساب شدة التبخر . وقد انحصرت النتائج المحصل عليها على معدلات ال ETP التالية:

ETP_{Piche} =34.58 مم− $ETP_{evaporimeter}$ =9.95مم $ETP_{bac\ class\ A}$=13.65 م−$ETP_{BLANEY-CRIDDL-}$ =67.98 مم− ETP_{TURC} =7.84 مم− $ETP_{Thorntwaite}$ =67.98 مم− ETP_{ONM} =140.1 مم.

و في تحليلنا تمكننا من إجراء تقديرا مفصلا بالنسبة في ما يخص أمثلة Bac class A وال ONM، ومن جهة أخرى أجرينا دراسة محدودة فيما يخص باقي الصيغ.

وفي المحصلة تندرج هذه الدراسة ضمن أبعاد المشاريع المائية / الزراعية. و موثوقية الأساليب المدروسة تؤدي إلى أسلوب معتمد وصالح في المنطقة القاحلة والشبه القاحلة، لذلك يجب إجراء دراسات و بحوث متكررة في هذا المجال.

الكلمات الرئيسية: ETP، إنتاج التمور ، الري ، جهاز قياس شدة التبخر ،وعاء فئة A ، الديوان الوطني للأرصاد الجوية، شبه / القاحلة.

Abstract:

Study of real évaporometer attached with potential evapotranspiration and with agricultural and phoenicicol production with shedule of echosystem of ITAS. Using a modal based on consummation of water and agricultural production.

Dates production units suffer high intensities évapotranspiration. This has resulted in high doses of irrigation applied in the implementation of irrigation. the values given through the FTE calculations are different from one method to another. This is explained by the fact that so far agronomists have not worked in terms of research to finally adopt and adapt a valid formula in agronomic conditions of arid and semi arid. For this, we have conducted research on the application of different methods that we have limited our work to: FTE averages: Piche 34.58 mm, 9.95 mm éevaporimeter, Bac class A: 13.65 mm, BLANEY and CRIDDL: 67.98 mm, TURC: 7.84 mm, Thornthwaite: 12.66 mm, ONM: 140.1 mm,

For analysis, it is found that there is the example of a class A pan of FTEs and also for that of the overestimates ONM, and underestimates the other formulas

The consequences are on the dimensioning hydro / agricultural projects. The reliability of these methods lead to a valid method in the arid and semi arid region must conduct repetitive research.

Key words: **ETP, phoenicicol production , irrigation, Evaporométer, bac class A, ONM , semi / arid.**