



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie
Sciences Agronomiques
Hydropédologie

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :
Merzougui Rokia

Le : mardi 2 juillet 2019

*Estimation des besoins en eau de la phoeniciculture
par deux Méthode (PenmanMonteith par logiciel
CROPWA T 8.0 et Turc) durant la période
(1998/2018) dans la région de Ziban (Biskra)*

Jury :

M. BOUMARAF B	MCA Université de Biskra	Président
Mme. MEBREK N	MAA Université de Biskra	Rapporteur
M. BENSMAINE B	MAA Université de Biskra	Examineur

Remerciements

Tout d'abord, je commence par remercier le bon Dieu qui m'a doté de la volonté, du courage et surtout de la patience pour produire ce travail et qui m'a aidé à faire face à toutes les difficultés rencontrées lors de son élaboration.

Mes sincères remerciements vont à mes parents qui ont sacrifié leur vie pour mon éducation et à mon mari, mes professeurs qui ont sacrifié leur temps pour ma formation, durant mes études.

*J'exprime ma reconnaissance à mon encadreur **Mme MEBREK N.** pour son encadrement tout le long de ce projet et pour son aide, orientations et conseils très efficaces.*

Mes remerciements vont également à :

***M BOUMAARAF B.**: pour l'honneur qu'il m'a fait de présider le jury*

***M. BENSMAINE B.** : D'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Je remercie énormément **Melle : Taneh Zahira** pour son aide et son encouragement pour finir ce travail, sa patience, et son honnêteté.*

***M Boukhal khaled.MAA** enseignant à l'Université de Biskra pour son aide, orientations et conseils très efficaces.*

***M Messak med Rida .MAA** enseignant à l'Université de Biskra pour son aide, orientations et conseils très efficaces.*

***M Nabil et Laaroussi** directeurs de la station météorologique de Biskra (aéroport) de m'avoir facilité le travail, en me fournissant toute les données climatiques.*

Je remercie tous mes collègues et amies qui m'ont soutenue et m'ont encouragée pour accomplir ce travail.

Je suis enfin reconnaissant envers tous les membres de ma famille qui m'ont soutenu tout au long de mes études.

A tous, je dis merci

Liste des Figures

	Titre	Pages
Figure1	Répartition da palmier dattier en Algérie (C.R.S.T.R.A, 2014)	22
Figure2	Les quantités commercialisées de dattes par catégories en 2016	23
Figure3	Courbe de coefficients cultureaux et définition des phases	30
Figure4	Limites géographique de la wilaya de Biskra	33
Figure5	Carte d'esquisse géologique de la wilaya de Biskra.	34
Figure6	Carte du réseau hydrographique de la wilaya de Biskra	36
Figure7	Carte climatique de l'Algérie	39
Figure8	Températures moyennes annuelle de la période (1998-2018).	40
Figure9	Températures moyennes mensuelles de l'année 2018	41
Figure10	Précipitations moyennes annuelle (mm) durant la période(1998-2018).	42
Figure11	Précipitations moyenne mensuelle (mm) durant l'année 2018	42
Figure12	Vitesses du vent moyennes mensuelles de l'année 2018	43
Figure13	Vitesses moyennes annuelle des vents (m/s) dans la région de Biskra (1998– 2018).	44
Figure14	Courbes de l'humidité relative moyenne annuelle (%)de Biskra1998-2018)	45
Figure15	L'humidité relative moyenne mensuelle (%) de la région de Biskra (2018).	45
Figure16	Insolation moyenne annuelle durant la période (1998-2018).	46
Figure17	Insolation moyennes mensuelles de l'année(2018).	47
Figure18	le point de projection de la wilaya de Biskra dans le climagramme D'Emberger. (1998-2018).	49
Figure19	les différents groupements de palmeraies dans la Wilaya de Biskra sur la photo aérienne.	50
Figure20	Fenêtre principale du logiciel CROPWAT 8.0.	53
Figure21	Fenêtre d'encodage des données climatiques	56
Figure22	Données culturelles chargées dans le logiciel CROPWAT 8.0 pour les palmiers dattier.	56
Figure23	Fenêtre d'encodage des données sols.	59
Figure24	Feuille Microsoft Excel	60
Figure25	Estimation de l'ETM mm moyenne par Cropwat et Turc de 20 ans (1998-2018).	65
Figure26	Estimation del'ETM mm mensuelle par Cropwat et Turc de l'année en court 2018.	66
Figure27	ETP mm mensuelle et moyenne durant 20 ans (1998-2018) estimé par Cropwat.	67
Figure28	ETP mm mensuelle et moyenne durant 20 ans(1998-2018) estimé par Turc	68
Figure29	ETM mm mensuelle et moyenne durant 20 ans (1998-2018) Estimé parCropwat.	69
Figure30	ETM mm mensuelle et moyenne durant 20 ans (1998-2018) Estimé par Turc.	70

Liste des tableaux

	<i>Titre</i>	<i>Pages</i>
Tableau 1	Classification botanique du palmier dattier.	19
Tableau2	le cycle végétatif annuel du palmier dattier.	20
Tableau3	Récapitulatif des paramètres dont dépend le calcul des besoins en eau des cultures.	25
Tableau4	Ressources hydrauliques de la wilaya de Biskra.	35
Tableau5	Evapotranspiration mensuelle moyenne ETP (mm) dans la wilaya de Biskra durant 20 ans (1998-2018) et les valeurs mensuelles de l'année 2018 calculé par CROPWAT 8.0 et Turc.	63
Tableau6	Evapotranspiration mensuelle moyenne de l'ETP (mm) dans la wilaya de Biskra de l'année 2018 calculé par CROPWAT 8.0 et Turc.	64

Liste des abréviations

P: Pressions de l'air (hPa) ou (mbar)

Ta : Température de l'air (K)

ρ_a : Masse volumique de l'air (kg/m³)

R : Constante des gaz parfaits J/(kg.K)

Hr : l'humidité relative (%)

es : pression de vapeur d'eau saturante (hPa)

t : temperature de l'air (°C)

ea: pression de vapeur d'eau (hPa) ou (mbar)

RG: Le rayonnement global (MJm⁻²j⁻¹)

I: Le rayonnement Solaire direct (MJm⁻²j⁻¹)

Rd: Le rayonnement Solaire diffuse (MJm⁻²j⁻¹)

RS: Le rayonnement du sol (MJm⁻²j⁻¹)

Ra:Le rayonnement atmosphérique(MJm⁻²j⁻¹)

v*: Vitesse de frottement (m/s)

k : Constante de Von Karman

z0 : épaisseur de la rugosité de surface (mm)

E: Evaporation du bac (mm)

(Nj-Nj-1): Différence de niveau deux mesures successives (mm)

Σ Rech: Recharges effectuée (mm)

ΣP : pluviométrie (mm)

u: vitesse du vent (m/s)

tm : Température sous abri de thermomètre mouillé (°C)

I : indice thermique annule

a : fonction complexe de l'indice I

Rn: Radiation nette (MJm⁻²j⁻¹)

G: Flux de chaleur du sol (MJm⁻²j⁻¹)

Y: Constante psychométrique (kPa°C⁻¹)

Z= altitude en [m]

Δ : Pente de la pression de la vapeur saturée à la température moyenne l'air (kPa°C⁻¹)

RHmax: humidité relative maximale (%)

RHmin: humidité relative minimale (%)

Ig: Radiation globale moyenne mensuelle reçue au sol (cal/cm²/jour)

IgA: radiation globale théorique (cal/cm²/jour)

H: durée maximal d'insolation (théorique) en heure par mois.

h: durée d'insolation mesurée en heure par mois

P: Précipitation moyenne mensuelle (mm)

p: cumule pluviométrique annuel (mm)

M: moyenne des températures maximales (°C)

m: moyenne des températures minimale (°C)

Q2: quotient pluviométrique (mm / °C)

R: coefficient de corrélation

ER : L'erreur relative (%)

R2 : coefficient de détermination

N : Nord

S : Sud

E : Est

O : Oust

APFA : Accession à la propriété foncière agricole.

B.E.I.E.R.E : Berceau d'études industrielles Energies Renouvelables et Environnement

C.P.C.S. :Commission de pédologie et de cartographie des sols, la classification française.

C.R.S.T.R.A : Centre de recherche scientifique & Technique sur les régions aride.

DSA : Direction des services agricole

ETP : Evapotranspirationpotentielle

ETM : Evapotranspiration maximale d'une culture.(Besoin en eau de culture).

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

kc : le coefficient cultural.

PNDA : Programme national de développement agricole.

ONFAA : Observation Nationale des Filières Agricole et Agroalimentaire

Table des Matières

	TITRES	PAGES
	I ntroduction générale	7
Chapitre I: synthèse bibliographique		
I	Méthodes de mesure de l'évapotranspiration potentielle (ETP)	9
I-1-	Définition de l'évapotranspiration potentielle (ETP	9
I-2-	Méthodes utilisées pour calculer l'évapotranspiration potentielle(ETP	9
I-2-1	Méthodes directe	9
A	Evapotranspiromètre ou cuve lysimétrique	9
A-1	Lysimètre non pesables	10
A-2	Lysimètre pesables	10
B	Bac évaporant	11
C	Evaporomètre piche	11
I-2-2	Méthodes indirectes	11
A	Méthode de Thornthwaite(1948)	12
B	Méthode de Blaney-Criddle(1950) :	12
C	Méthode de Turc(1962)	13
D	Méthode de Penman- Monteith (1975)	14
II	Généralités sur le palmier dattier	17
II-1	Origine et historique	17
II-2	Définition	18
II-3	Classification du palmier dattier	19
II-4	Cycle de développement du palmier dattier (phénologie)	20
II-5	Importance de palmier dattier	20
II-5-1	Echelle internationale	21
II-5-2	Echelle nationale	21
II-5-3	Echelle locale de Wilaya de Biskra	23
III	Besoin en eau des cultures	24
III-1	Considérations générales	24
III-2	Détermination des besoins en eau des cultures	25
III-2-1	Influence des caractéristiques de la plante	25
III-2-2	Influence des facteurs climatiques	25

Table des Matières

III-2-3	Influence des facteurs pédologiques	26
III-3	Besoins en eau du palmier dattier	26
III-4	Pourquoi déterminer la valeur des besoins en eau des végétaux ?	28
III-5	Comment déterminer les besoins en eau des cultures ?	28
III-6	Choix du coefficient cultural (kc)	29
III-6-1	Coefficient Kc des palmiers dattier	31
Chapitre II : Matériels et méthodes		
I	présentation de la région (Ziban-Biskra)	32
II-1	Situation géographique	32
I-2	Pédologie	33
I-3	Géologie	34
I-4	Réseaux hydrographique	35
I-5	Hydrogéologie	36
I-5-1	Nappe phréatique du quaternaire	36
I-5-2	Nappe profonde	37
I-5-3	Nappe calcaire	37
I-5-4	Nappe du Miopliocène	37
I-6	Climat	37
I-6-1	Climat de l'Afrique du Nord :	38
I-6-2	Climat de l'Algérie :	38
I6-3	Climat de la région de Biskra:	39
A	Température :	40
B	Précipitation :	41
C	Vent	43
D	Humidité relative	44
E	Ensoleillement	46
I-7	Climagramme d'Emberger	47
I-8-	Végétation	49
I-8-1	Palmeraies dans la région de Biskra	50
I-9	Conclusion	51
II	Matériels :	52

Table des Matières

<i>II-1</i>	Objectif de l'étude	52
<i>II-2</i>	Présentation de logiciel (CROPWAT 8.0)	52
<i>II-2-1</i>	Définition de CROPWAT	52
<i>II-2-2</i>	Description du logiciel (CROPWAT 8.0)	53
<i>II-2-3</i>	Méthodologie de travail avec le logiciel CROPWAT	54
<i>II-2-4</i>	Aperçu des fonctionnalités	54
<i>II-3</i>	Données utilisées par le CROPWAT dans le calcul des besoins	55
<i>II-3-1</i>	Données climatiques	55
<i>II-3-2</i>	.Importation des données Climatiques de CROPWAT	55
<i>II-3-3</i>	Données liées à la culture	56
<i>II-3-4</i>	Les données liées du sol	58
<i>II-4</i>	Excel :	60
<i>II-4-1</i>	Définition	60
<i>III</i>	Méthodes :	61
<i>III-1</i>	Méthode de Penman- Monteith (1975)	61
<i>III-2</i>	Méthode de Turc	62
Chapitre III : Résultats et discussion		
<i>I</i>	Résultats:	62
<i>I-1</i>	Calcul de l'ETPpar deux méthodes (Penman_Monteith et Turc) :	62
<i>I-1-1</i>	Pour la période allant de 1998 à 2018 :	63
<i>I-1-2</i>	Pour l'année en court (2018) :	64
<i>2</i>	Calcul des besoins en eau ETM des palmiers dattier durant (1998-2018) et l'année en cours(2018) par Cropwat et Turc :	64
<i>I-2-1</i>	Calcule de l'ETM pour la période allant de 1998 à 2018	64
<i>I-2-2</i>	Calcule de l'ETM mm pour l'année en court 2018	66
<i>I-3</i>	Calcule de L'ETP et l'ETM mensuelle et moyenne durant 20 ans (1998-2018) par Cropwat et Turc	67
<i>I-3-1</i>	Calcule de L'ETPmensuelle et moyenne durant 20 ans(1998-2018)par Cropwat et Turc	67

Table des Matières

I-3-2	Calcule de L'ETM mensuelle et moyenne durant 20 ans (1998-2018)par Cropwat et Turc	69
II	Discussions	71
Conclusion générale		72
	Références bibliographique et sites électroniques:	73
Annexes		78
Résumé		

Introduction Générale :

Introduction générale

L'eau étant nécessaire au développement de toutes les formes de vie, animales ou végétales, il faut veiller à la préservation de cette ressource vitale des points de vue qualitatif et quantitatif. Pour cela, il faut assurer une gestion durable de cette ressource et préserver l'environnement dans lequel l'eau se trouve en interaction continue: la biosphère. (Sedrati, 2011)

Elle est aussi source de conflits dans de nombreuses régions du monde. Au début de ce siècle, l'eau est devenue un enjeu de taille et seules les nations qui auront su préserver leur capital hydrique pourront survivre. (Sedrati.2011).

Les pays du pourtour méditerranéen, considérés comme semi-aride seront de plus en plus confrontés à des pénuries d'eau, tant les pressions provenant de l'agriculture, de l'industrie et des populations y sont fortes et croissantes. (Sedrati, 2011).

L'Algérie comme les pays méditerranéens est confronté de plus en plus au problème du manque d'eau. D'après la Banque Mondiale, l'Algérie se classe parmi les pays les plus pauvres en potentialités hydriques, soit en dessous du seuil théorique de rareté qu'elle a fixé à 1 000 m³ par habitant et par an. Ces potentialités correspondent actuellement à un taux de 500 m³/ hab. / an qui passera à 400 m³ / hab. / an à l'horizon 2020. De ce fait, l'Algérie est classée parmi les 13 pays Africains qui souffrent le plus du manque d'eau (Mouhouche, 2003).

En Algérie, les ressources en eau sont limitées et inégalement réparties, elles ont été évaluées à 17,2 milliards de m³, dont 10,4 milliards de m³ d'eau de surface, 1,8 milliards de m³d'eau souterraines du Nord et 5 milliards de m³ d'eau souterraine exploitable de Sud. (Ferrah, 2004).

La wilaya de Biskra est l'une des wilayas du Sud, selon les statistiques de l'année2015, elle compte approximativement 15151 forages. Parmi ces forages, 14144 forages sont destinés à l'irrigation des terres agricoles (Aaide, 2016).

Ces dernières années, de nombreuses recherches se sont concentrées sur l'étude de programmation de l'irrigation qui décrit la procédure par laquelle un irrigateur détermine la périodicité et le dosage des applications d'eau. Lorsque l'on programme l'irrigation, on se pose

Les deux questions suivantes: quand faut-il irriguer? Et quelle quantité d'eau faut-il appliquer?

Pour répondre à la problématique posée, notre travail est réalisé dans ce contexte afin de déterminer les besoins en eau des phoéniciennes (palmiers dattiers) pratiquées à Biskra en utilisant deux méthodes (Turc et Penman) par Excel et logiciel CROPWAT 8.

Ces résultats sont développés dans le présent travail à travers trois grands chapitres:

Chapitre1 : porte sur les données bibliographiques sur les méthodes de calcul de l'ETP, généralité sur les palmiers dattier et les besoins en eau de cette culture.

Chapitre2 : présente matériels et méthodes : englobe des généralités de la région Biskra et expose les caractéristiques géologiques et des différents paramètres climatiques, tels que le type de climat, la végétation de cette dernière (présentation de la région). Le logiciel CROPWAT 8, l'excel, convertisseur des unités. Méthodes de Penman et Turc.

Chapitre3 : concerne l'étude des résultats et discussions des données climatiques après leurs traitements par le CROPWAT 8 et l'Excel (l'application des méthodes de Penman et Turc).

Enfin en termine par une conclusion générale faisant sortir les résultats de l'étude et par des recommandations et perspectives à prendre en considération.

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

I- Méthodes de mesure de l'évapotranspiration potentielle (ETP)

I-1-Définition de l'évapotranspiration potentielle (ETP)

On admet généralement que le climat est l'un des facteurs qui influe le plus sur le volume d'eau que la culture perd par évapotranspiration (Doorenbos, 1986).

L'évapotranspiration potentielle (ETP) ou de référence ET_0 est définie comme étant l'évapotranspiration d'un couvert végétal bas continu et homogène (gazon) dont l'alimentation en eau n'est limitant et qui n'est soumis à aucune limitation d'ordre nutritionnelle, physiologique ou pathologique. L'ETP ainsi définie est considéré comme une donnée climatique (Ollier et Poiree, 1983 in Borni et Saad, 2006).

C'est la plus grande quantité d'eau susceptible d'être évapotranspirer par une culture uniforme, en plein période d'activité qui recouvre la totalité de la parcelle, bien alimenté en eau. (Ollier et Poiree, 1983 in Borni et Saad, 2006 in Henanou kamir, 2018)

Par convention, on convient de définir l'ETP comme l'ensemble des pertes en eau d'un couvert végétal abondant.

I-2-Méthodes utilisées pour calculer l'évapotranspiration potentielle(ETP)

La détermination des besoins en eau des plantes se fait selon deux méthodes :Méthodesdirectes et méthodes indirectes (Niel et al. 1977 in Mouhouche, 1983).

I-2-1- Méthodes directe

A- Evapotranspiromètre ou cuve lysimétrique

Selon Hillel et al. (1969), le lysimètre est un grand récipient remplis de terre, généralement situés dans la parcelle pour mieux tenir compte de l'environnement au champ et dans lesquels on peut réguler et enregistrer les conditions : sol, eau, plante et de façon précise.

On peut classer les lysimètre en deux classes :

A-1- Lysimètre non pesables

Son principe est basé sur le bilan hydrique avec une variation de stock nulle (Zella et Mouhouche, 2004 in Borni et Saad, 2006).

La méthode est résumée par la formule suivante :

$$I+Pe-D=ETP$$

Avec :

I : irrigation en mm pour une période donnée.

Pe : pluie efficace en mm pour une période donnée.

D : quantité d'eau drainée pour une période donnée.

Le principe de l'utilisation est de collecter et mesurer au fond du récipient du lysimètre de façon volumétrique les pertes par percolation prévenant de l'eau apportée en excès. Les précipitations et les irrigations sont mesurées au moyen de pluviomètres et/ou de récipients calibrés (Ollier et Poiree, 1983 in Borni et Saad, 2006 in Henanou kamir, 2018).

Plusieurs types existent, on cite parmi eux :

- ✓ Lysimètre à compensation avec nappe à niveau constant.
- ✓ Lysimètre à compensation nappe de surface.
- ✓ Types spéciaux de lysimètre à drainage.

A-2- Lysimètre pesables

Les changements de poids du récipient lysimétrique constituent une mesure directe des quantités d'eau, pluie ou arrosage, une diminution due à une perte d'eau par l'évapotranspiration ou drainage. Ils permettent une précision de l'ETP d'une culture sur une courte période, mais il présente une complexité d'installation. (Hillel et al, 1969).

On peut citer quelques-uns :

- ✓ Lysimètre hydrauliques.
- ✓ Lysimètre flottants.

B- Bac évaporant

La meilleure façon de connaître la quantité d'eau que peut absorber la plante consiste à observer l'évaporation des surfaces d'eau libre (Hagan et al, 1967 in Zoubiri et bouadou, 1991).

L'ETP représentant la valeur moyenne en mm/j sur une période considérée, elle s'obtient par la formule suivante :

$$\text{ETP} = K_{\text{bac}} \times E_{\text{bac}}$$

Avec :

K_{bac} : coefficient du bac dépendant du couvert végétal et de l'humidité relative moyenne.

E_{bac} : désigne l'évaporation du bac (Doorenbos, 1986).

C- Evaporomètre piche

Il s'agit d'un tube de verre rempli d'eau et fermé à son extrémité inférieure par une rondelle de papier buvard. La tranche d'eau évaporée à partir de celle-ci se lit directement sur les graduations du tube. (Sylvain, 2006).

I-2-2- Méthodes indirectes

Elles sont basées sur l'utilisation des formules empiriques pour le calcul de l'ETP. Ces méthodes de calcul de l'ETP sont à partir des données climatiques. Parmi ces méthodes indirectes on peut citer :

A- Méthode de Thornthwaite(1948)

Ce chercheur a tenté de relier l'ETP à des paramètres facilement accessibles : la température moyenne de l'air sous abri (donnée atmosphérique) et la durée théorique de l'insolation (donnée astronomique, fonction de la saison et de latitude. (Eric. et al, 2008).

La méthode de Thornthwaite permet de calculer ponctuellement (en une station) le bilan d'eau mensuel et annuel à partir des valeurs mensuelles des précipitations et des valeurs moyennes mensuelles des températures (Chemloul et sellal, 2001).

Le calcul de l'ETP mensuelle n'est possible que si la température moyenne mensuelle est inférieure ou égale à 38°C (Bonnet, 1970).

La Formule de la méthode Thornthwaite est la suivante

$$ETP = 16. \left(\frac{10.T}{I} \right)^a$$

Avec :

- ✓ ETP (m) : Evapotranspiration moyenne de mois m (m = 1 à 12) en mm
- ✓ T : Température moyenne de la période considérée (°C)
- ✓ a : fonction complexe d'indice I et $a = 0.016 * I + 0.5$
- ✓ I : indice théorique annuel, somme de 12 indices mensuelset $I = \sum_1^{12} i$
- ✓

$$avec i = \left(\frac{t}{5} \right)^{1,5}$$

B- Méthode de Blaney-Criddle(1950) :

La formule de Blaney –Criddle est l'une des plus couramment utilisées pour estimer les besoins en eau des cultures. L'approche originale de Blaney –Criddle fait intervenir la

température (T) et le pourcentage d'heures diurnes (p) comme variable climatique pour prédire l'effet du climat sur l'ETP (Doorenbos, 1986).

L'évapotranspiration de référence en mm/ jour ou période considérée est donnée par la formule suivante :

$$ETP = \left(32 + \frac{0,254 \cdot K}{1,8 \cdot T} \right) \cdot P$$

k: coefficient cultural constante du chaque culture T : température moyenne de la période considérée

p: pourcentage d'heures de lumière du jour par an pendant la période considérée (Kadi et al., 2014).

C- Méthode de Turc(1962) :

La formule de turc (1962) fait intervenir la température moyenne mensuelle, la radiation globale du mois considéré et l'insolation relative. Dans ce cas, l'ETP est exprimée en mm/mois selon la formule suivante :

$$ETP = (I_g + 50) \frac{t}{t + 15} \left(1 + \frac{50 - ur}{70} \right) \cdot K$$

Avec

$$I_g = I_g A \cdot \left(0,18 + 0,62 \cdot \frac{h}{H} \right)$$

Ou

t : température moyenne mensuelle de l'air en °C

I_g : radiation globale moyenne du mois petites calories par cm² et par jour sur une surface horizontale.

IgA : valeur théorique de la radiation globale (énergie en absence d'atmosphère)

h : durée de l'insolation mensuelle effective.

H : durée mensuelle du jour.

Ur : humidité relative moyenne mensuelle de l'air.

Pour les valeurs du ur > 50 l'expression (1+ 50-ur/70) est prise égale a 1

K : valeur constante égale 0.37 pour février et 0.40 pour tous les autre mois (B.E.I E. R.E, 2009 in Dahkal, 2016)

D-Méthode de Penman- Monteith (1975)

Dans la région où l'on dispose de mesures de la température, de l'humidité, du vent et des heures d'insolation effective ou du rayonnement, on préconise d'utiliser La formule de Penman modifiée car c'est celle qui donne les résultats les plus satisfaisants pour estimer l'effet du climat sur les besoins en eau des cultures.

La formule de Penman– Monteith est une combinaison du bilan énergétique et de la méthode de transfert de masse. Parmi les différentes méthodes de calcul des ETP, elle est recommandée par la FAO (Allen et al, 1994 in Dahkal, 2016).

Cette formule brute se présente comme suit :

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T+273} U_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34.U_2)}$$

Où :

ET₀ : évapotranspiration de référence (mm/j)

R_n : rayonnement net (MJ/ m²/j)

G : flux de la chaleur de sol (MJ/ m²/j)

(e_s- e_a) : représente le déficit de pression de vapeur d'air (kPa)

e_s : pression de vapeur de saturation d'air (kPa)

e_a : pression réelle de vapeur d'air (kPa)

Δ : pente de la courbe de pression de vapeur saturante à la température (kPa/°C) γ : constante psychométrique, (kPa/°C)

U_2 : vitesse moyenne journalière du vent mesuré à 2 mètres (m/s)

900 coefficient pour la culture de référence (kg K /KJ) liées aux unités utilisées a distribution de variables p , C_p et r_a .

0.34 : coefficient de vent pour la culture de référence (kg k/KJ) résultant du rapport r_s/r_a ,

0.408 inverse de $\lambda = 2.45$ MJ/kg.

Les Formules de chaque paramètre :

✓ VITESSE moyenne journalière du vent :

$$U_2 = \left[\left(U_{10} \frac{4,87}{(\ln(67,8 \cdot 10 - 5,42))} \right) \cdot \frac{5280}{(3,2808 \cdot 60 \cdot 60)} \right]$$

Avec $U_{10} = 17.8$ (mn/h)

✓ Température minimale : $T_{min} = - . (T_{min} - 32)$

✓ $T_{max} = - . (T_{max} - 32)$

✓ Lat radians = $(\text{PI}() / 180) * \text{lat dec}$

✓ $T_{dew} = T_{min}$

✓ $T_{ang} = (T_{min} + T_{max}) / 2$

✓ $P = 101.3 * ((293 - 0.0065 * \text{Elev}) / 293)^{5.26}$

✓ Chaleur latente de la vaporisation :

$\text{Gamma} = ((0.666 * 10^{-3}) * P$

- ✓ Rapport de la pente de la température :

$$\Delta = 4098 * (0.6108 * \text{Exp}((17.27 * T_{\text{dew}}) / (T_{\text{dew}} + 237.3))) / (T_{\text{dew}} + 237.3)^2$$

$$\rightarrow \Delta' = \Delta / (\Delta + \gamma * 3)$$

- ✓ $\dot{\gamma}' = \gamma / (\Delta + \gamma * 3)$

- ✓ $E(t_{\text{max}}) = 0.6108 * \text{Exp}((17.27 * T_{\text{max}}) / (T_{\text{max}} + 237.3))$

- ✓ $E(t_{\text{min}}) = 0.6108 * \text{Exp}((17.27 * T_{\text{min}}) / (T_{\text{min}} + 237.3))$

- ✓ Pression de vapeur de saturation d'air (kpa) :

$$E_s = (e(t_{\text{max}}) + e(t_{\text{min}})) / 2$$

- ✓ Pression réelle de vapeur d'air :

$$E_a = ((e(t_{\text{min}}) * R_s \text{ estim} / 100) + (e(t_{\text{max}}) * R_{h\text{min}} / 100)) / 2$$

- ✓ $V_p = e_s - e_a$

- ✓ $D_r = 1 + 0.333 * \cos(2 * P() * \text{day} / 365)$

- ✓ $\Delta_{\text{el}} = 0.409 * \sin(2 * P() * \text{day} / 365) - 1.93$

- ✓ $W_s = \text{Acos}(-\text{Tan}(\text{lat radians}) * \text{Tan}(\Delta_{\text{el}}))$

- ✓ Résistance aérodynamique :

$$R_a = (24 * 60 / \text{PI}()) * 0.08 * d_r * (w_s * \sin(\text{lat radians}) * \sin(\Delta_{\text{el}}) + \cos(\text{lat radians}) * \cos(\Delta_{\text{el}}) * \sin(w_s)).$$

- ✓ $R_{sO} = (0.75 + \text{Elev} * (2 * 10^{-5})) * R_a$

- ✓ $R_s / R_{sO} = R_s \text{ estim} / R_{sO}$

- ✓ $R_{ns} = 0.77 * R_s \text{ estim}$

- ✓ $T \text{ to 4th power} = ((0.13 * 10^{-9}) * (T_{\text{max}} + 273.16)^4 + (4.903 * 10^{-9}) * (T_{\text{min}} + 273.16)^4) / 2.$

- ✓

- ✓ Rayonnement net :
- ✓ $R_{nl} = 0.50 \cdot 0.13 \cdot t_0$
- ✓ $R_n = R_{ns} - R_{nl}$ $G=0 \rightarrow$ flux de la chaleur de sol
- ✓ $R_n - G = R_n - G$
- ✓ $E_{t0} = 2.06 + 2.43$ $E_{t0} = E_{t0} / 25.45$

On peut classer les méthodes proposées d'après leur degré de précision et de la prédiction de l'ETP ou l' E_{T0} , pour une plus grande précision, il est préférable d'utiliser la formule de Penman- Monteith (1975) qui tient compte de la turbulence due au mouvement d'air à travers la notion résistance de surface et permet donc de mieux suivre les fluctuations de l'ETP au jour dans les régions venteuses. En effet, elle introduit les coefficients de la plante. Au second rang se classe la méthode en bac et en dernier la méthode de Blaney-Criddle (Henanou kamir, 2018).

Dans notre travail pour calculer l'ETP de palmier dattier, on a utilisé deux formules :

- ✓ La formule de Penman- Monteith, qui a été utilisée dans le logiciel de CROPWAT8.0
- ✓ la formule de Turcqu'a été appliquée par l'Excel.

II-Généralités sur le palmier dattier

II-1-Origine et historique

Le palmier dattier est cultivé depuis l'antiquité, il est considéré par les Egyptiens comme un symbole de fertilité, utilisé par les Grecs et les Romains comme ornement lors de leurs célébrations triomphales et il représentait le symbole de la paix chez les hébreux et les chrétiens (Robinson et al. 2012).

Il est représenté dans les anciennes tablettes assyriennes et babyloniennes, dont le fameux code d'Hammourabi, qui contenait des lois concernant sa culture et sa vente (Jaradat, 2011).

La question de l'origine du palmier dattier est discutée et expliquée par le même auteur à cause de son ancienneté, sa large propagation et l'échange des cultivars dans le monde qui est assuré principalement par les routes caravanières.

Kamel-Eddine (2011) rapporte que son existence remonte au Crétacé et l'utilisation des dattes consommables a été entamée avant 5000 ans dans le Golf arabe et plus exactement dans la région de la Mésopotamie ; comme l'annonce Jaradat (2011).

Selon Chao et Krueger (2007), la culture du palmier dattier revient à l'ancienne Mésopotamie vers 3000 ans avant J.C ou à l'ouest de l'Inde ; cependant Houssain (2005) a précisé son origine de la région de Harkan au Bahreïn.

Très vraisemblablement, le dattier provient de l'hybridation de plusieurs Phoenix, existant dans le voisinage de son aire de répartition (Munier, 1973).

Certains pensent que la progéniture sauvage du palmier dattier a été utilisée bien avant la Mésopotamie basse, présumé comme centre d'origine et de diversité à cause de l'existence des palmiers sauvages (Jaradat, 2011).

Houssain (2005), rapporte que ce type de plantes a pu naître d'une mutation de palmiers ornementaux. (Debebeche, 2015)

II--2-Définition :

Le palmier dattier est une espèce monocotylédone, arborescente, dioïque et diploïde ($2n=36$). Il a été dénommé Phoenix. par Linné en 1734. Provient du mot «Phoenix» qui signifie dattier chez les phéniciens, et «dactylifera» dérive du terme grec «dactylos» signifiant doigt, allusion faite à la forme du fruit (Munier, 1973). Une autre source mentionne le nom de l'oiseau légendaire égyptien ; qui était capable de résister et même de renaître, après avoir connu le feu (Peyron, 2000).

Selon Glossaire l'intermédiaire des Terminologie doctrinale, le palmier dattier est considéré par les arabes comme arbre noble, ils lui ont donné le nom «Nakhla» qui signifie le pur, le meilleur ou l'essentiel. Le palmier dattier offre de larges possibilités d'adaptation, c'est une espèce thermophile ayant une activité qui se manifeste à partir d'une température de +7 à +10 °C. La température de 10°C est le zéro de la végétation.

L'intensité maximale de végétation est atteinte à des températures supérieures à 30°C, elle se stabilise ensuite et commence à décroître à partir de 38-40°C (Peyron, 2000).

II-3- Classification du palmier dattier

Le genre Phoenix comporte au moins douze espèces, parmi eux est dactylifera (Nixon, 1950), Sa position systématique actuelle, basée sur des données récentes de l'International Code of Botanical Nomenclature :

- ✓ Embranchement : Angiospermes
- ✓ Classe: Monocotylédones.
- ✓ Ordre: Arecales.
- ✓ Famille: Acéracées
- ✓ Sous- famille: Coryphoidées
- ✓ Tribu: Phoenicées.
- ✓ Genre: Phoenix
- ✓ Espèce: Phoenix dactylifera L.

Tableau 1 : Classification botanique du palmier dattier.

Règne	Végétal
Sous-règne	Tracheobionta (plante vasculaire)
Division	Magnoliophyta (angiosperme)
Classe	Liliopsida (monocotylédone)
Sous-classe	Arecidae
Ordre	Arecales
Famille	Arecaceae
Genre	Phoenix
Espèce	Phoenix dactylifera L.

Source: <http://www.tela-botanica.org/bdtx-nn-77545-nomenclature>.

II-4-Cycle de développement du palmier dattier (phénologie) :

Selon (Belguedj, 2002), Le cycle de production de datte passe généralement par quatre phases (voir le tableau 2):

- ✓ **Phase I jeune:** croissance et développement (5 -7 ans) ;
- ✓ **Phase II juvénile:** période d'entrée en production (30 ans) ;
- ✓ **Phase adulte III:** début décroissance de production (60 ans) ;
- ✓ **Phase de sénescence IV:** Chute de la production (80ans et plus).

Tableau2 :Cycle végétatif annuel du palmier dattier.

Stades et période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Apparition des spathes (floraison)												
Croissance des spathes												
Ouverture des spathes												
Nouaison												
Grossissement des fruits												
Pré-maturation (bser)												
Maturation (tamar)												
Récolte												
Repos végétative												

(Source :Belguedj, 2002)

II-5- Importance de palmier dattier

La phoeniciculture est considérée comme le pivot central autour duquel s’articule la vie dans les régions sahariennes. Elle revêt une grande importance socioéconomique et environnementale dans de nombreux pays (Dubost, 1990).

En Algérie, cette culture occupe une place de premier rang dans l'agriculture saharienne (emploi, sédentarisation de populations, produites) (Benzouche, 2008). L'Algérie occupe une place importante parmi les pays producteurs et exportateurs de dattes dans le monde (Benzouche et Cheriet, 2012).

Le palmier dattier est une plante d'intérêt écologique, économique et social majeur pour de nombreux pays des zones arides.

II-5- 1- Echelle internationale

Selon les statistiques de la FAO, le nombre total de palmiers dans le monde n'a cessé pas de croître d'une décennie à l'autre ; il passe de 106 millions de palmiers en 1994 à 180 millions en 2005 soit un accroissement de près de 69.44%. L'Asie vient en tête des trois continents phoenicicole(l'Asie, l'Afrique et l'Amérique) avec 125.5 millions de

Palmiers (soit 70% du patrimoine phoenicicole mondiale), dont une grande partie se trouve surtout en Iran et en Iraq avec 25 millions et 21 millions de palmiers respectivement en 2005 (Benzouche, 2012).

En Afrique qui vient en deuxième position, on compte environ 52.6 millions de palmiers en 2005 soit 29.22% du patrimoine mondial. Ce patrimoine est concentré surtout dans les pays du Nord de l'Afrique, notamment l'Algérie qui occupe la première place avec 14 millions palmiers en 2005 (Benzouche, 2012). Actuellement plus de 18 millions suivie par l'Egypte et le Maroc. Le reste, soit 1.34% du patrimoine mondial est dispersé dans le reste du monde(Benzouche, 2016).

II-5-2-Echelle nationale

Selon les données de ministère de l'agriculture et du développement rural ; la phoeniculture en Algérie s'étale sur une superficie de plus de 160 mille hectares avec un patrimoine phoenicicole qui dépasse les 18 millions pieds. Bien que ce patrimoine soit reparti sur 17 wilayas du pays, Néanmoins il est concentré principalement dans les wilayas Sud- Est et Sud-Centre du pays (Benzouche, 2012).

La première place est occupée par Biskra avec plus 23 % du patrimoine national, Suivie par la wilaya d'Adrar de près de 21%et la wilaya d'El Oued avec plus de 20%

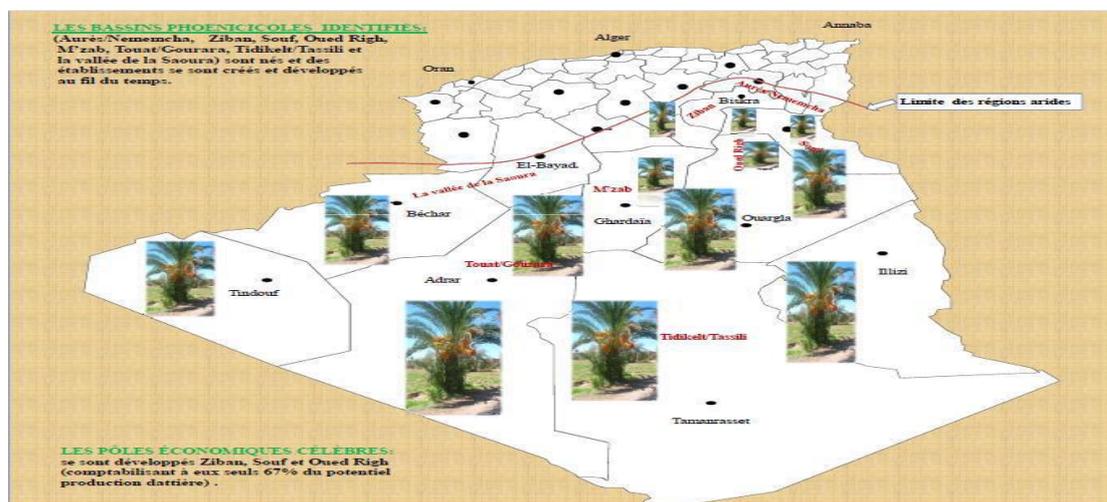


Figure 1 : Répartition du palmier dattier en Algérie (C.R.S.T.R.A, 2014).

La production annuelle moyenne de dattes, toutes variétés confondues, est en augmentation constante sur le long terme. Elle est passée de 361 000 Tonnes en 1996 à près de 848 000 Tonnes en 2013. Elle a plus que doublé en 17 années (kadri, 2015).

Ce qui la classe au 6ème rang mondial. Soit environ 10% de la production qui est dominée par l'Égypte, l'Arabie Saoudite, l'Iran, les Emirats Arabes Unies et le Pakistan. (CACI-CCI Zibans, 2015).

La production des dattes en Algérie est concentrée dans la région Sud-Est ; avec 76%. La wilaya de Biskra occupe la première place par 41%, dont 370 mille de T vient de la variété Deglet Nour; soit 63.65%. La wilaya d'El Oued vient en seconde lieu avec 25%, suivie par Ouargla par 13% ; Alors que le reste est répartie sur les autres zones phoenicicoles (Benziouche, 2016).

Au terme de variété, la variété Deglet Nour et ses analogues dominent tous les autres variétés où elles représentent la moitié de la production dattier algérienne en 2014 avec 52%

II-5-3-Echelle locale de Wilaya de Biskra

La région des Ziban fait partie des régions phoenicicoles les plus importantes en Algérie, non seulement à l'échelle de patrimoine et de production ; mais aussi à l'échelle de qualité ; suite à la fameuse variété Deglet Nour. Egalement, du point de vue biodiversité au sein des palmerais, elle compte près de 300 cultivars différents (Belguedjet al, 2008).

Les statistiques agricoles disponibles jusqu'au 2015 montrent que le patrimoine phoenicicole de Biskra est constitué de 4.28 millions palmiers, dont 90,88% sont en

rapportLe patrimoine phoenicicole total connaît une forte croissance, passant de près de 2 millions pieds en 1990 à 4.28millions palmiers en 2015, soit une augmentation de 228% (Benziouche, 2016).

Plus de 93% des variations de ce patrimoine s'expliquent par les plantations nouvelles grâce au programme de l'accession à la propriété foncière (APFA) et grâce au PNDA (Programme national de développement agricole) (Benziouche et Cheriet, 2012 et Bougoudoura et al, 2015)

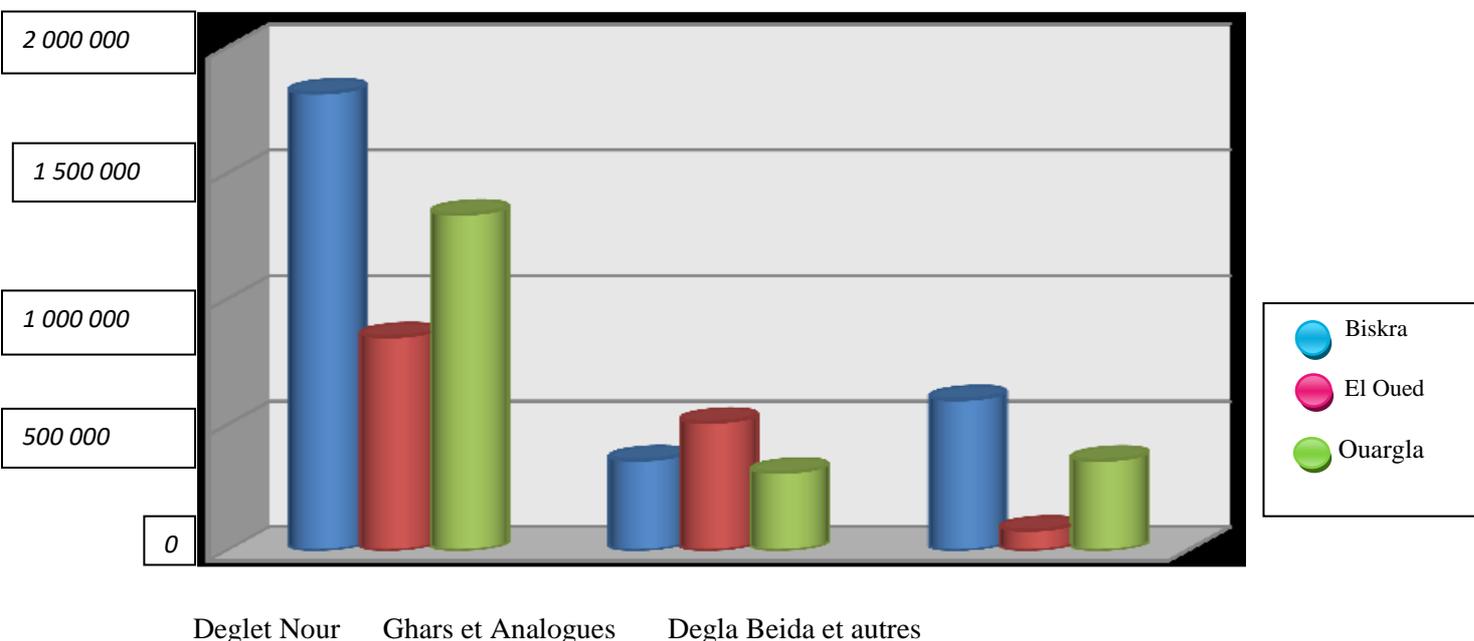


Figure2: Les quantités commercialisées(Qx) des dattes par catégories en 2016

Source: ONFAA à partir des données DSA, Ouargla, El-Oued et Biskra 2016

La wilaya de Biskra occupe la 1ère place dans la commercialisation des variétés Deglet Nour et Degla Beida. Selon la DSA de Biskra, plus de la moitié de la Deglet Nour récoltée dans la wilaya de Biskra a été commercialisée au cours de la campagne 2015/2016.

Quant à la wilaya d'Ouargla, elle occupe la 1ère place dans la commercialisation de la variété Ghars. Presque la totalité des dattes toutes variétés récoltées dans la wilaya de Ouarglaa été commercialisé selon la DSA de Ouargla. (Onfaa.inraa.dz,Mars 2017)

III-Besoin en eau des cultures

III-1-Considérations générales

L'eau est un constituant essentiel des êtres vivants, donc de la plante. Mais près de 98 % du volume d'eau total absorbé par la plante ne font que circuler des racines vers les feuilles d'où ils s'échappent sous forme de vapeur d'eau.

C'est la transpiration. L'intensité de cette transpiration est liée au climat et à la surface des feuilles. Les 2 % restant représentent l'eau de constitution. Cependant, la plante ne peut puiser l'eau dont elle a besoin que dans le sol (Sedrati, 2011).

Et les besoins en eau d'une plante varient selon les espèces et leurs stades de développement. Donc l'irrigation d'une culture doit tenir compte de la nature de la plante, du climat et du sol.

Selon Doorenbos et Pruitt (1976), le besoin en eau d'une culture d'eau en mm, nécessaire pour compenser l'évapotranspiration d'une culture en bon état sanitaire, établit dans un champ de grande superficie, dans les conditions de sole imperméable du point de vue de la disponibilité de l'eau, de la fertilité et conduisant au rendement cultural potentiel dans des conditions climatiques données (Johnny, 2008).

Tableau 3 : récapitulant les paramètres dont dépend le calcul des besoins en eau des cultures.

Paramètres	Composants	Représenté / synthétisé par
Climatiques	Température et humidité de l'air, vent, ensoleillement ...	L'ETP
Pédologiques	Texture, structure (infiltrabilité), physico- chimie du sol, disponibilité de l'eau de surface(RU)	Le potentiel hydrique
Biologiques	Caractéristiques propres au végétal	Le coefficient de culture(Kc)

(Source : Johnny, 2008)

III-2. Détermination des besoins en eau des cultures

Dans un premier temps, la détermination des besoins en eau d'une culture nécessite la connaissance de divers paramètres concernant, aussi bien la plante elle-même que les données climatiques ou pédologiques de la région (Boudjelal et Bammoun, 2006).

III-2-1- Influence des caractéristiques de la plante

Au cours de sa croissance la plante passe par divers stades de développement. Les besoins en eau des plantes varient au cours de ces phases :

- Plus les feuilles sont large/abondantes plus les besoins en eau de la plante sont élevés.
- Plus le système racinaire n'est profond et dense, mieux la plante résiste à la sécheresse.

III-2-2- Influence des facteurs climatiques

La demande en eau est fonction des données climatiques et météorologiques et exprimée à travers l'évaporation réelle (ETR) combinaison de l'ETP et des kc.

Les ressources en eau sont la pluviométrie, la réserve en eau du sol et les doses d'irrigation. Pour évaluer la quantité d'eau à irriguer, il faut donc un bilan hydrique, égal à la différence ressource-demande (Johnny, 2008).

En théorie, l'intensité des échanges gazeux entre la culture et l'atmosphère ne dépend que des conditions climatiques et peut être approchée par des formules mathématiques tenant compte uniquement des facteurs climatiques. La valeur obtenue par ces formules est l'évapotranspiration potentielle (ETP) ou évapotranspiration de référence (ETo).

Une des formules, utilisée est la suivante :

$$ETo = kb \times Ev \dots\dots\dots (1)$$

Avec : kb : coefficient du bac d'évaporation

Ev : Evaporation du bac.

III-2-3- Influence des facteurs pédologiques

Le sol, constitue le réservoir d'où la plante puise l'eau. Selon les caractéristiques du sol (texture, structure, porosité) et de son état d'humidité, la plante peut extraire cette eau avec plus ou moins de facilité. Par exemple, les sols sableux retiennent moins d'eau que

les sols argileux, et laissent passer en profondeur (infiltration ou percolation) plus d'eau que ces derniers..(Johnny, 2008).

III-3. Besoins en eau du palmier dattier

Pour le palmier dattier, les besoins en eau sont particulièrement importants. En effet, ce dernier nécessite pour sa croissance, son développement et sa fructification, de grandes quantités d'eau qui sont de l'ordre de 2400 kg d'eau pour la production d'un

kilogramme de dattes. Cette vie intense du palmier évolue en fonction des rythmes des saisons. En effet, le palmier dattier fabrique 20 à 25 palmes, 10 à 18 régimes par an et donne une production qui peut dépasser 100 kg de dattes par arbre, dosant de 70 à 90% de sucre (DJERBI, 1994).

En Algérie, Jus (1900) estime les besoins en eau d'irrigation à 0.33 l/minute par palmier, soit 40 l/minute par hectare. Sur cette base, une plantation régulière d'un hectare installée 9mx9m (130 palmiers/ha) reçoit environ 22750 m³ d'eau par an..(Jus,1900)

Gautier (1935) estime les besoins à 0.5 l/minute par palmier dans l'Oued Rhir pour une plantation de 129 palmiers par hectare, soit 33927 m³/ha/an..(Gautier, 1935).

Monciero (1950) à El Arfiane (Algérie), reprenant les études mentionnées précédemment conclue à un coefficient annuel/ha moyen de 50 l/minute, ce qui représente un volume d'eau annuel par hectare de 26383 m³, réparti ainsi :

- En période fraîche, d'octobre à mars : 40l/minute/ha, soit environ une irrigation par semaine.
- En période chaude, d'avril à septembre : 60l/minute/ha, soit deux irrigations par semai

Wertheimer (1957) a estimé les besoins en eau d'irrigation pour une plantation régulière de 120 arbres par hectare :

- Entre 0.23 et 0.29 l/palmier/minute pour les Ziban, soit un volume d'eau 15000 à 18000 m³/ha/an.
- Entre 0.34 et 0.4 l/palmier/minute pour l'Oued Rhir, soit un volume d'eau de 21960 à 26040 m³/ha/an.

III-4- Pourquoi déterminer la valeur des besoins en eau des végétaux ?

Connaitre la valeur des besoins en eaux des cultures est à la base de plusieurs raisons :

- Pour une bonne gestion des réseaux d'irrigation : prévision à court terme (programmation des apports d'eau) ;

- Pour une planification de l'utilisation des ressources hydrauliques : volume d'eau nécessaire pour l'irrigation, surfaces irrigables au vu des ressources, etc.

- Pour la conception des réseaux d'irrigation : calculs du débit de dimensionnement des ouvrages (projet d'irrigation et la prédiction) ;

- Pilotage des irrigations (Johnny, 2008).

Notre objectif dans notre travail est de faire un programme d'irrigation de phéniciculture à partir d'un logiciel pour le pilotage.

III-5-Comment déterminer les besoins en eau des cultures ?

Un couple sol/ plante, en réponse à une demande climatiques (effets combinées de la température, vent ensoleillement, humidité), va respectivement évaporer et transpirer l'eau qu'elle à sa disposition.

Les valeurs de l'ETo sont d'autant plus grandes que la température est élevée, le vent fort, l'air sec... Cependant, pour une culture donnée l'évaporation réelle maximale (ETM) dépend non seulement du climat mais aussi du stade végétatif. . Elle représente l'évapotranspiration d'une culture en bonnes conditions végétatives et sanitaires et ne souffrant d'aucune restriction en ce qui concerne son alimentation hydrique. Elle s'accroît avec la densité, la hauteur et la rugosité de la végétation. Elle correspond aux besoins en eau de la culture. Elle est liée à l'ETo par un coefficient appelé coefficient cultural dont les

valeurs dépendent de la culture considérée et, pour une même culture, du stade de croissance de celle-ci :

$$ET_o = k_b \times E_v \dots\dots\dots (1)$$

Avec : k_b : coefficient du bac d'évaporation

E_v : Evaporation du bac.

$$ETM = K_c \times ET_o \dots\dots\dots (2)$$

Quant à l'ETR (Evapotranspiration réelle), elle désigne l'évapotranspiration d'une culture dans les 4 conditions réelles, quel que soit son état (sanitaire, physiologique). On a généralement :

$$ET_o \geq ETM \geq ETR \dots\dots\dots (3)$$

Pour une culture donnée, l'ETRef est pondérée grâce à un coefficient cultural k_c , correspondant au stade de développement de plante (surface foliaire principalement).

Ainsi, on obtient les besoins en eau pour chaque culture :

$$ET_c = k_c \cdot ET_{Ref} \text{ (en mm d'eau/ jour) (Naio technologie, 2016).}$$

III-6. Choix du coefficient cultural (k_c)

Par définition, le coefficient cultural (k_c) est le rapport entre l'évapotranspiration de la culture (ET_c) et l'évapotranspiration potentielle (ET_0), il intègre les effets des 4 caractéristiques primaires qui distinguent une culture de la culture de référence qui sont : la hauteur de la culture, la résistance de surface sol - végétation, l'albédo, l'évaporation de sol. (Allen et al, 1998).

Les facteurs qui influent sur la valeur de k_c sont : les caractéristiques de la culture, les dates de plantation ou de semis, le rythme de son développement et la durée de son cycle végétatif, les conditions climatiques, en particulier au début de la croissance et la fréquence des pluies ou des irrigations. (Boudjelal et Bammoun. 2006).

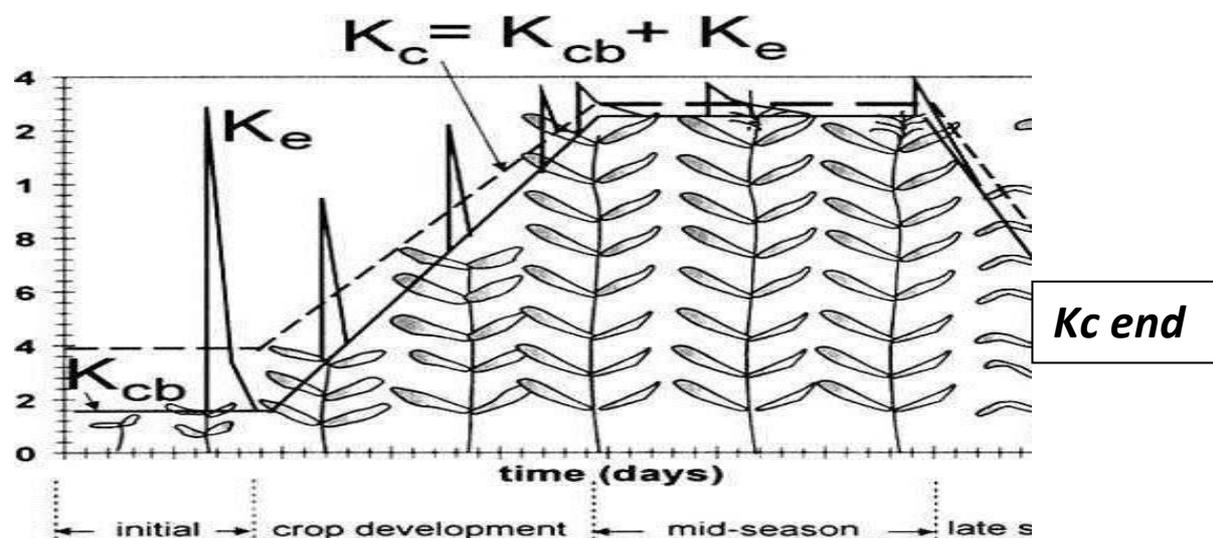


Figure 3 : Courbe de coefficients culturaux et définition des phases (Doorenbos et Pruitt,1975).

La courbe de k_c sur l'ensemble de la période de croissance a été présentée initialement par Doorenbos et Pruitt (1975). Elle permet de distinguer les 3 valeurs de k_c (initial, mi- saison, et d'arrière-saison). Les valeurs les plus élevées du k_c sont observées au printemps et en automne, lorsque le sol est encore humide. Les valeurs les plus basses sont notées en été. (Allen et *al.*,1998 in Boudjelal et Bammoun. 2006).

En choisissant le k_c approprié pour une culture donnée et pour chaque mois du cycle végétatif, il faut tenir compte du rythme de son développement, l'époque de plantation ou de semis, les conditions climatiques notamment le vent et l'humidité et également la particularité de la formule utilisée pour le calcul de l' ET_0 , ce qui pose un problème d'harmonisation et d'utilisation des valeurs publiées dans la littérature d'après Puech et Hernandez (1973 (Choisnel, 1989 in Merdaci, 2015).

Selon Tuzet et Perrier (1998) in traité d'irrigation, le k_c varie essentiellement avec les caractéristiques propres de la culture et seulement un peu avec le climat. Cela permet le transfert des valeurs standard de k_c (comme celles proposées dans les Bulletins (FAO-24 et 56) d'un endroit à l'autre entre les zones climatiques.

Mais pour avoir plus de précision dans la détermination de l'ETc, il est toujours préférable d'utiliser les valeurs de kc déterminés expérimentalement dans la région elle-même (Boudjelal et Bammoun. 2006).

III-6-1- Coefficient Kc des palmiers dattier

Selon (D. Dubost, Biskra.2008), le coefficient Kc est défini comme suivant :

- **Sur une jeune plantation** on considère que la première année on irrigue 1 m³/plant, le Kc = 0, 1 à 0, 2
- Avec une augmentation par an jusqu'à l'âge adulte, le Kc varie comme suit :
 - ✓ Kc = 0,7 de Novembre à Février
 - ✓ Kc = 0,9 de 1 Février à Septembre
 - ✓ Kc = 0,8 de Septembre à Novembre

Chapitre II :
Matérielles et
méthodes

I- présentation de la région (Ziban-Biskra)**I-1. Situation géographique**

La région de Biskra appartient à la partie Nord du grand bassin sédimentaire des contres forts méridionaux de l'Atlas saharien et la bordure septentrionale saharienne. Elle est située à:

- ❖ 425 km au Sud-Est de l'Algérie;
- ❖ 243 km au Sud de Constantine;
- ❖ 220 km au Nord de Touggourt;
- ❖ 113 km à l'Est de Bou Saada.

La wilaya de Biskra est située donc à l'Est de pays et au Sud des Aurès. Elle s'étend jusqu'à la zone du Chott Melghir au Sud-Est et jusqu'à l'Erg oriental au Sud-Ouest. Biskra occupe une superficie de 21.671.2 Km².

La wilaya de Biskra se localise dans les coordonnées géographiques 34° 48' Nord et 05° 44' Est. Latitude 34,8°N. Son altitude est de 125 mètre/au niveau de la mer (Boukria, 2010).

Elle comprend 12 daïra et 33 communes, avec une densité de l'ordre de 30 Hab. /km². Ses limites territoriales se résument comme suit : (voir la Figure 4).

- ❖ Au Nord : La Wilaya de Batna.
- ❖ Au Nord Ouest : La Wilaya de M'Sila.
- ❖ Au Sud Ouest : La Wilaya de Djelfa.
- ❖ Au Sud : La Wilaya d'El-Oued.
- ❖ Au Nord Est : La Wilaya de Khenchela



Figure 4 : limites géographique de la wilaya de Biskra (Boukria, 2010).

I-2-Pédologie:

La région d'étude est sous l'influence de l'effet conjugué de l'aridité du climat, de la nappe phréatique et de l'irrigation par les eaux salées. L'étude pédologique fait apparaître les grands traits de la pédogenèse des sols des climats arides : les sols gypseux et les sols salés.

Il apparaît toutefois nettement que les sols de la zone aride d'Algérie sont diversifiés et se répartissent par exemple selon la classification française (C.P.C.S. ,1967) en 8 classes de sol : les sols minéraux bruts, les sols peu évolués, les sols calcimagnésiens, les sols à sesquioxydes de fer, les sols iso- humiques, les sols sal -sodiques, les vertisols et les sols hydro- morphes. Les sols de cette zone diffèrent surtout par leur texture, leur morphologie, le mode d'évolution pédogénétique et par le niveau et le mode de salinisation. Leur extension spatiale est très variable. Mais cette diversité ne doit pas cacher leur caractère principale et quasi-général : le grand rôle que jouent les sels au sens large du terme (le calcaire, le gypse et les sels solubles). (HALITIM, 1988)

- ❖ Le quartz, l'argile et les sels sont, en zone aride, les constituants essentiels d'un même système dynamique.

- ❖ Le calcaire, le gypse et les sels solubles sont omniprésents dans les sols des zones arides. Ils se distribuent d'une manière séquentielle souvent. Ils jouent un rôle essentiel dans la genèse, le fonctionnement et le comportement des sols de ces régions et donc dans leur mise en valeur.
- ❖ Les sels ont des relations, se traduisant par des organisations structurales différentes avec les autres constituants du matériau pédologique. (HALITIM, 1988).

I-3- Géologie

La Région de Biskra a fait l'objet de plusieurs études géologiques, dont celle de R.Laffitte (1939), N.Gousskov (1964), Cornée(1989), et les travaux de G.Mauget (1957) qui constituent les références d'azeb utilisées dans la synthèse géologique du Sahara Algérien.

Sur la base de ces études, la région de Biskra représente un pays de transition structurale et sédimentaires, au Nord c'est un pays montagneux, tandis qu'au Sud, c'est un pays effondré, qui fait partie du Sahara Septentrional. Le passage entre ces deux domaines distincts se fait par l'intermédiaire d'un ensemble de flexures, de plis-failles et de failles d'orientation Est Ouest appelé "accident sud atlasique".

La région de Biskra se caractérise par des terrains sédimentaires, allant du Barrémien à la base jusqu'à Quaternaire. L'esquisse géologique (fig.05) et l'échelle stratigraphique ci-dessous citons les principaux states repérées sur cette région en allant du plus récent vers le plus ancien.

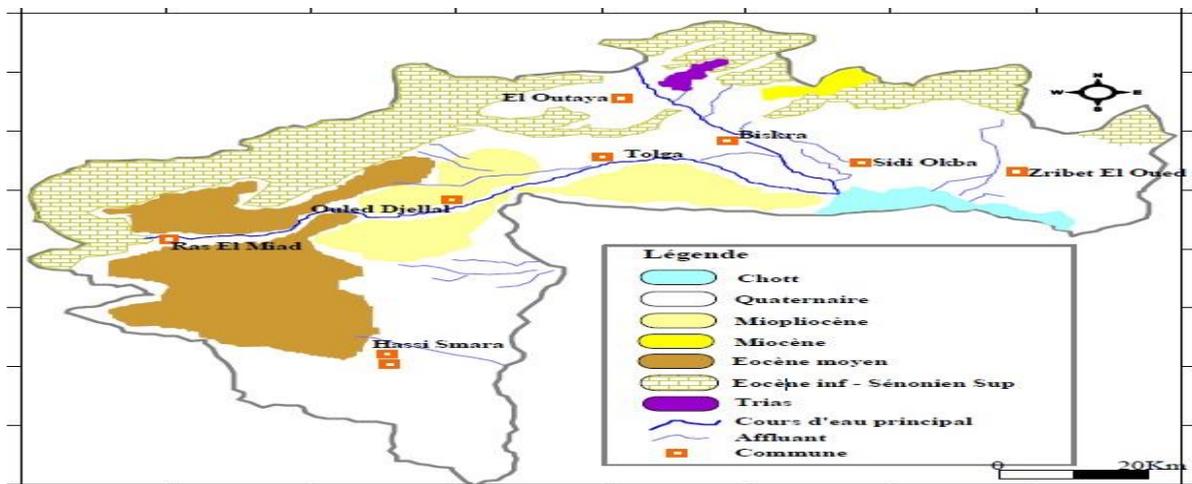


Figure 5 : Carte d'esquisse géologique de la wilaya de Biskra (Anonyme, 2005).

I-4- Réseaux hydrographique

D’après Hannachi et Bekkari (1994), la région de Biskra est drainée par une série d’oueds dont les plus importants sont : Oued Djedi, Oued Biskra, Oued el-Arab et oued el-Abiod. (Boukria, 2010).

L'ensemble des Oueds (Figure 6) parcourent la région fait partie du grand bassin versant Saharien du chott Melghir:

- ❖ L'Oued Djeddi (l'oued le plus important du bassin), présente l’axe de drainage d’un bassin versant de 9130 Km 2 ; il constitue un collecteur des eaux de ruissellement d'une superficie importante du flanc Sud de l'Atlas Saharien.
- ❖ L'Oued Biskra, son réseau hydrographique est constitué par un grand nombre d'affluent qui collectent les eaux de ruissellement du Sud-Ouest de l'Aurès. Cet Oued a formé une vallée alluviale qui recèle une importante nappe d'inféro-flux actuellement exploitée.
- ❖ L’Oued El Arab prend sa source des monts qui constituent la partie Orientale des Aurès et se jette dans la zone dépressionnaire du chott Melghir

Tableau 4 : Ressources hydrauliques de la wilaya de Biskra (hm2) (Boukria, 2010).

Ressources hydrauliques	Souterraines	Superficielles	Total
Potentielles	760	167.5	927.5
Exploitées	581	114.5	695.5
% d’exploitation	76.45	68.35	75

I-5-2-Nappe profonde

Cette nappe souvent appelée albienne, elle est caractérisée par une température très élevée. Elle est rarement exploitée, sauf à l'ouled Djellel ou Sidi Khaled où les formations gréseuses de l'albien ou de barrémien sont touchées à une profondeur de 1500 à 2500 mètres (Khechai, 2001).

I-5-3- Nappe calcaire

Cette nappe est localisée dans la totalité de la région de Biskra .Elle est plus exploitée qu'à l'Est de Biskra à cause des faibles profondeurs relatives de captage. A l'ouest, la profondeur de 150 à plus de 200 m alors qu'à l'Est, la profondeur dépasse les 400m (Mimeche, 1999).

L'alimentation de cette nappe se fait par deux zones d'affleurement de l'éocène inférieur, la première à l'Ouest de Doucen et Ouled Djellal, la seconde au nord de Tolga, entre Foughala et Bouchegroune et les versants de la plaine de l'Outaya. Cette nappe subit une baisse de niveau piézométrique suite à la surexploitation (Khechai, 2001)

I-5-4- Nappe du Miopliocène

Cette nappe à une extension considérable .Elle est capturée de nombreux forage dans les plaines. Son épaisseur reste faible sur les piémonts et augmente au milieu de la plaine. Son alimentation est assurée par les pluies exceptionnelles dans les zones d'affleurements les exutoires sont constitués par les sources (telle la source de Sebaa Mgataa) et par les vastes zones d'évaporation.

Finalement, l'écoulement de cette nappe se fait du nord-ouest vers le sud-est pour déboucher ou chott Melrhir.

I-6-Climat

Il est à rappeler que le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie déserte vivante. Il dépend de nombreux facteurs :

température, précipitation, humidité, évaporation, vent, lumière, relief et nature du sol, voisinage et éloignement de la mer (Faurie et *al.*, 2003).

I-6-1- Climat de l'Afrique du Nord :

De par sa position en Afrique du Nord, l'Algérie correspond à la zone de contact entre les masses d'air d'origine ou d'affinités polaires et arctiques d'une part et les masses tropicales d'autre part. L'avancée des masses d'air froides vers le Sud peut être enregistrée à tout moment de l'année. Mais l'observation a montré qu'elles influent avec efficacité sur l'évolution du temps qu'entre le début de l'automne et la fin du printemps.

Les masses d'air tropicales, proviennent soit de l'Atlantique soit du continent Africain par des courants dirigés vers le Nord, le Nord-Ouest ou le Nord-Est.

Les différentes situations météorologiques perturbées qui sont susceptibles d'affecter l'Afrique du Nord correspondent à une circulation des masses d'air orientées d'une manière zonale (approximativement d'Ouest en Est) suivant le flux de Westerlies.

Le climat de la Méditerranée eu africaine est étroitement bloqué entre un domaine tempéré plus frais au Nord et le désert au Sud. Excepté en bordure même de la mer où l'on n'observe pas un véritable climat maritime, mais plutôt un climat contrasté traduisant plus d'influences continentales qu'océaniques et reflétant avant tout leur double appartenance aux franges de la zone tempérée et de la zone tropicale.

I-6-2- Climat de l'Algérie :

Le climat de l'Algérie est de type méditerranéen caractérisé par une période pluvieuse allant en moyenne de Septembre à Mai et un été sec et ensoleillé. Cette particularité du climat n'est pas générale mais touche plutôt le Nord du pays.

La wilaya de Biskra étant située au Sud, son climat présente d'autres caractéristiques que nous allons développer. La région de Biskra se trouve, dans une zone de transition entre deux milieux différents, un climat plus ou moins tempère au nord et le climat tropical (désertique) au sud.

Ce climat de transition, se caractérise par un hiver frais et un été très chaud et sec. Les masses d'air doux et humides venant du nord se déversant sur la côte et les chaînes telliennes, arrivent moins chargées en eau sur l'atlas saharien. Cette tendance constitue la première explication de la diminution de la pluie vers le sud, prolongeant ainsi la saison sèche.

I-6-3- Climat de la région de Biskra:

Les oasis des Ziban sont parmi les zones arides caractérisées par un climat toujours peu pluvieux et parfois sec avec une pluviosité très irrégulière et inférieure à 200 mm/an (DUBOST, 2002).

D'après la carte climatique de l'Algérie (Fig.4), la région de Biskra se caractérise par un climat désertique, avec des vents de sable par fois très violents.

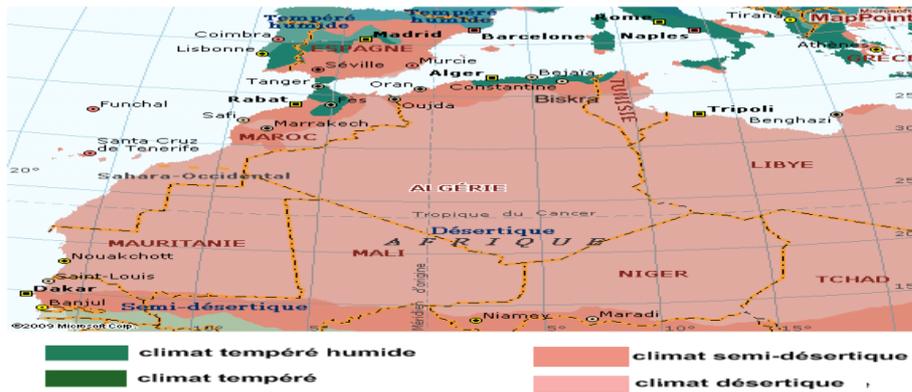


Figure 7 : Carte climatique de l'Algérie (Source Encarta, 2008).

Les principaux facteurs climatiques comme la température, les précipitations et les vents sont traités d'une manière particulière. Il est à rappeler que compte tenu de son importance la synthèse climatique est faite pour cette région. (Torki, 2014).

A- Température :

Du fait de la pureté de leur atmosphère et souvent aussi de leur position continentale, les déserts présentent de forts maximums de température et de grands écarts thermiques.

La température est un facteur favorable lorsqu'il y a suffisamment d'eau, et de fait les mares, les suintements ou les oueds représentent un milieu biologique très riche. Mais en milieu sec la température devient un facteur aggravant car, elle augmente la vitesse de l'évapotranspiration. (OZENDA, 1991).

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère. (RAMADE, 2003).

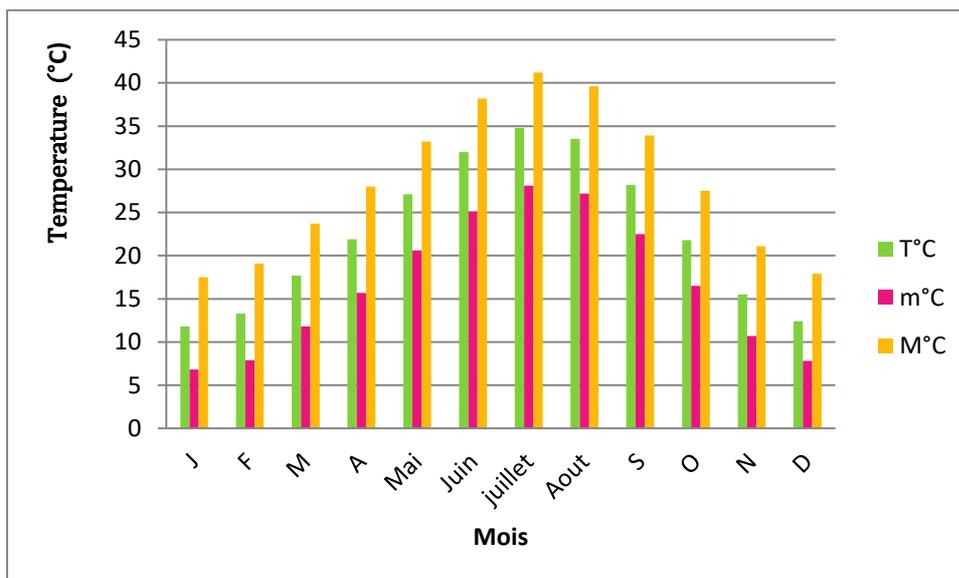


Figure 8 : Températures annuelle (minimale et maximale et moyenne) de la période (1998-2018).

D'après la figure 8 on constate que la région de Biskra est caractérisée par une température moyenne maximale de 41,2°C pour le mois de juillet sur une période de 20 ans (1998-2018) et une température moyenne minimale est de 6,8°C enregistrée le mois de Janvier et une température moyenne annuelle maximale T= 34,8°C enregistrée le mois de juillet ,et 11,8°C pour le moi de Janvier

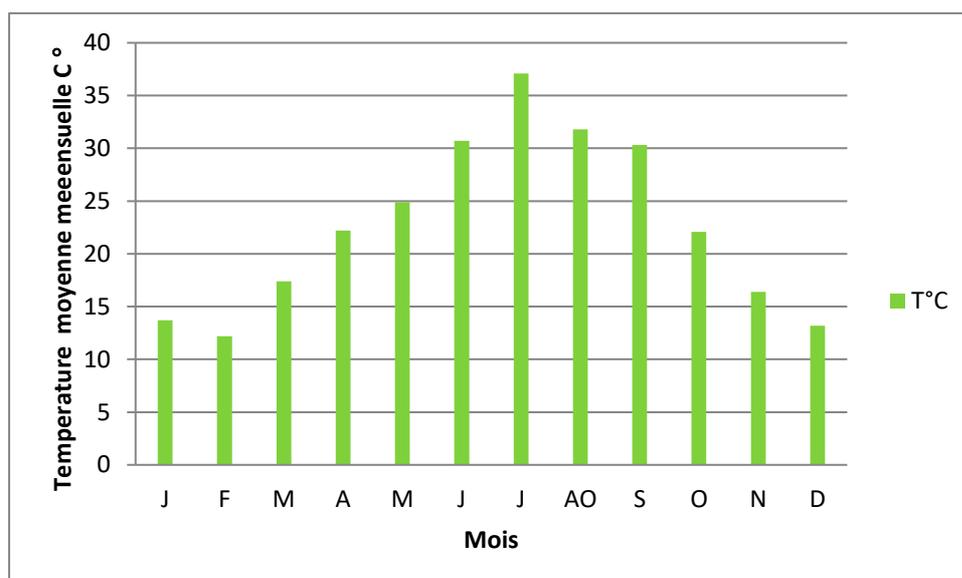


Figure 9 : Températures moyennes mensuelles de l'année 2018.

Selon la figure si dessus, on remarquer que la température mensuelle moyenne durant l'année en court (2018) la plus élevée est de 37,1°C pour le mois de juillet, et la température mensuelle moyenne minimale est de 12,2°C pour le mois de février.

B- Précipitation :

Elle constitue un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres, mais aussi pour Certains écosystèmes limniques tels que les mares et les lacs temporaires et les lagunes saumâtres soumises à des périodes d'assèchement. (Ramade, 2003).

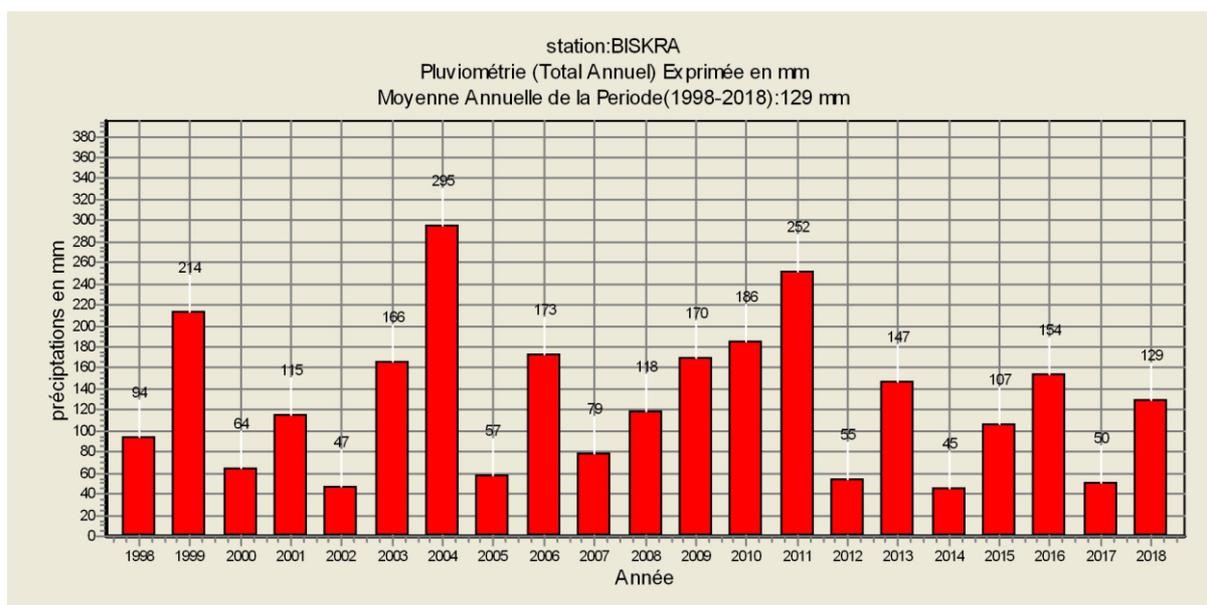


Figure 10 : Précipitations moyennes annuelle (mm) durant la période (1998-2018)

(Source : Aéroport, Station Biskra2019)

Notre région d'étude est caractérisée par des précipitations faibles, irrégulièrement réparties en printemps et en hiver avec un maximum de pluviométrie (295mm) pendant l'année 2004 durant la période de 20 ans (1998-2018)(voire la figure 10si dessus).

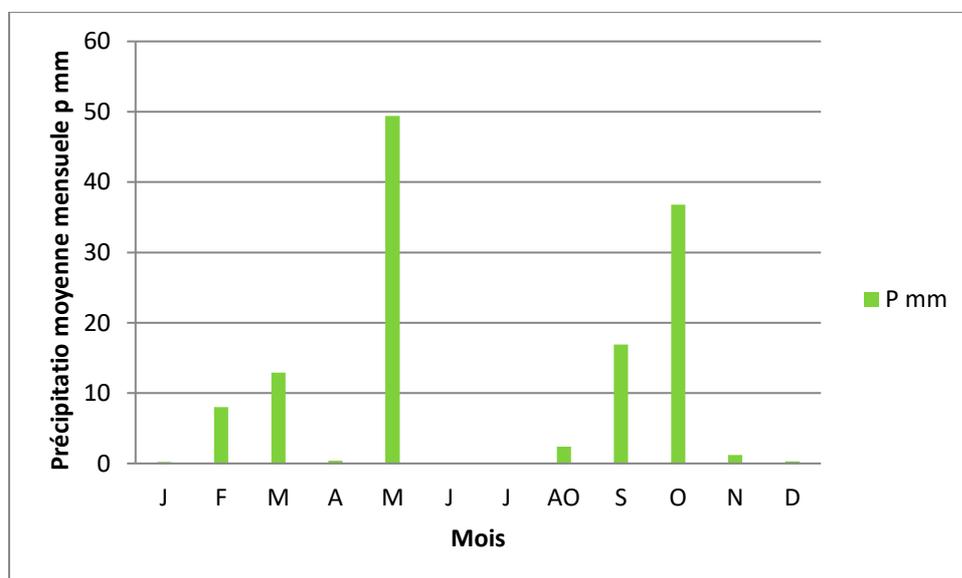


Figure 11 : Précipitations moyenne mensuelle (mm) durant l'année 2018

Selon la Figure11ci-dessus on remarquer que les précipitations mensuelle maximal durant l'année en court (2018) est de 49,4 mm en mois de Mai

C- Vent

Il constitue en certains biotopes un facteur écologique limitant. Sous l'influence de vents violents, la végétation est limitée dans son développement. (RAMADE, 2003).

Il intervient des fois par sa violence, par les particules qu'il transporte et qui peuvent déchirer les parties aériennes des plantes, et par les remaniements qu'il provoque dans le sol.

Cependant son action peut être quelquefois favorable, par exemple lorsqu'il provoque un important dépôt de sable sur des sols salés qui étaient stériles, ou bien lorsqu'il contribue à la dispersion des végétaux et de leurs semences. (OZENDA, 1991).

Les vents les plus forts soufflent du Nord-Est et du Sud. Il exerce une grande influence sur les êtres vivants. (Torki, 2014).

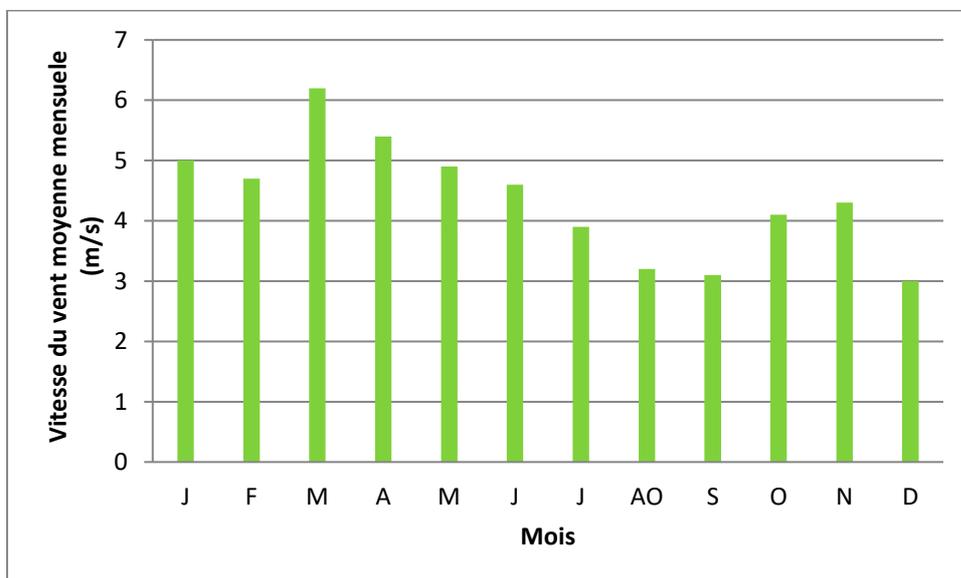


Figure12: Vitesses du vent moyennes mensuelles de l'année 2018.

Selon la figure 12ci-dessus, on remarque que la vitesse du vent mensuel maximal durant l'année en court (2018) est de 6,2 m/s en mois Mars.

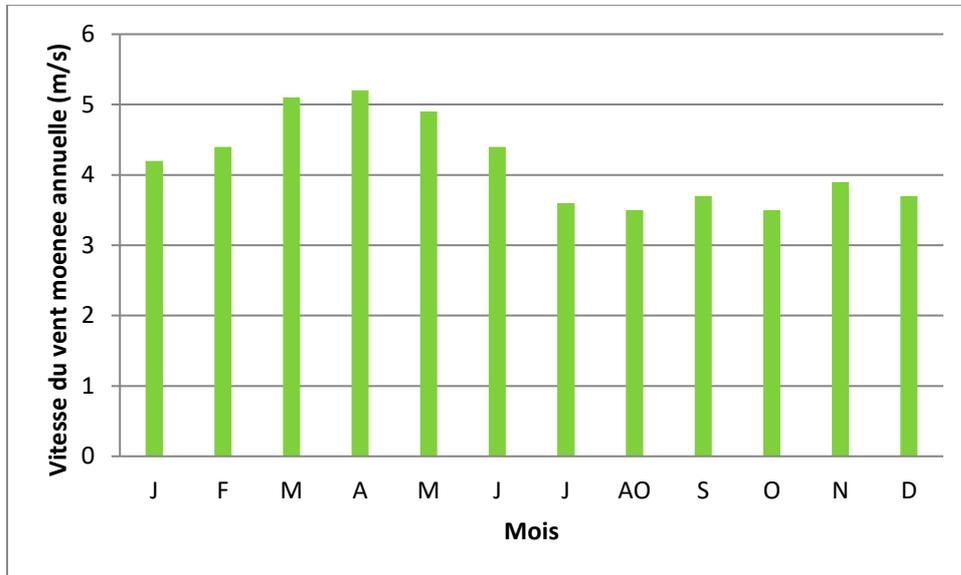


Figure13 :Vitesses moyennes annuelle des vents (m/s) dans la région de Biskra enregistrées durant la période (1998– 2018).

La figure13, Montre que la vitesse moyenne mensuelle maximale du vent est de 5.2m/s pour le mois d'Avril et la vitesse moyenne mensuelle minimale est de3.5 m/s pour le mois d'Aout et Octobre.

D- Humidité relative

Selon Ramade (2003), c'est le rapport entre la teneur en vapeur d'eau de l'air et la masse théorique de vapeur d'eau que peut renfermer l'atmosphère à saturation compte tenu de la température et de la pression barométrique existante.

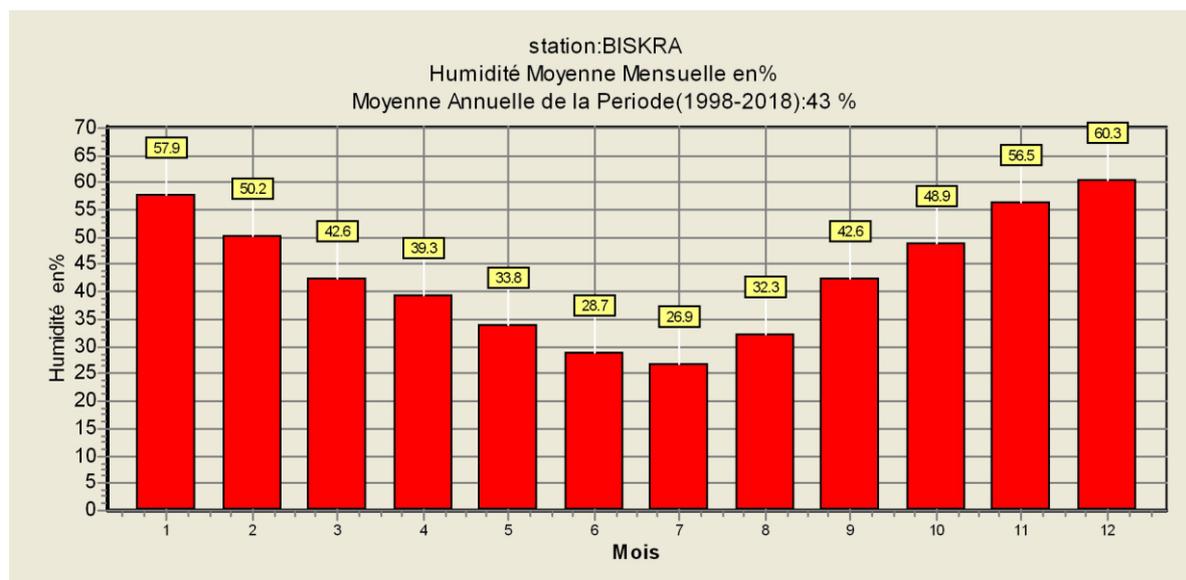


Figure14 : Courbes de l’humidité relative moyenne annuelle (%) de la région de Biskra enregistrées durant la période (1998-2018)

Source : Aéroport, Station Biskra -2019)

Selon la figure 14 ci- dessus, on remarque que durant les 20 ans (1998-2018) l’humidité moyenne mensuelle maximale est de 60,3% pour le mois de décembre, et l’humidité moyenne minimale est de 26,9 % en Juillet.

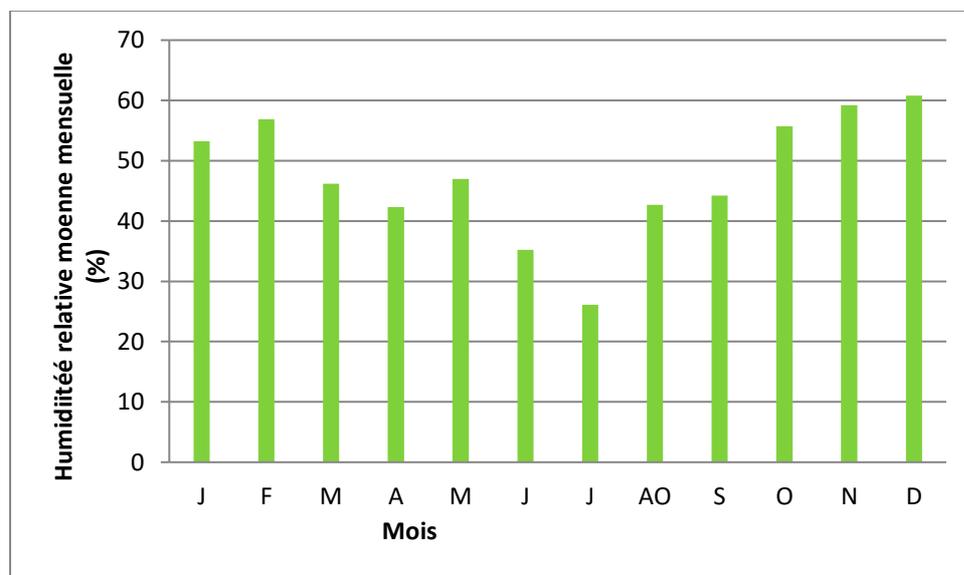


Figure 15 : Humidité relative moyenne mensuelle (%) de la région de Biskra enregistrées durant l’année (2018).

L'humidité moyenne mensuelle maximale durant l'année en court (2018) est 60,8 % pour le mois de décembre est l'humidité mensuelle minimale est de 26,1 % pour le mois de juillet (figure15).

E- Ensoleillement

Ramade (2003), la photopériode contrôle la germination des végétaux, l'entrée en dormance et la reprise d'activité de l'apex des rameaux, leur croissance, la chute automnale des feuilles et enfin la floraison.

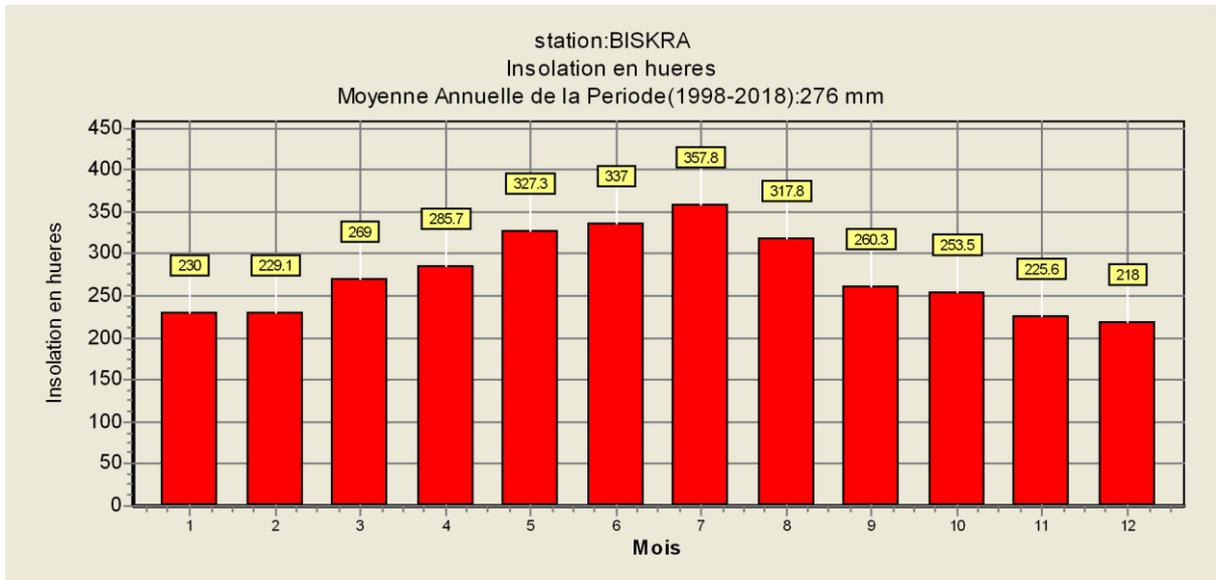


Figure 16 : Insolation moyenne annuelle durant la période (1998-2018).

(Source : Aéroport, Station Biskra.-2019)

D'après la figure 16, on constate que : pour la période (1998-2018) ; le nombre moyen annuel d'heures d'insolation est (275,9 heures) par an. Le minimum est enregistré en décembre (218 heures) et le maximum en juillet (357,8heures).

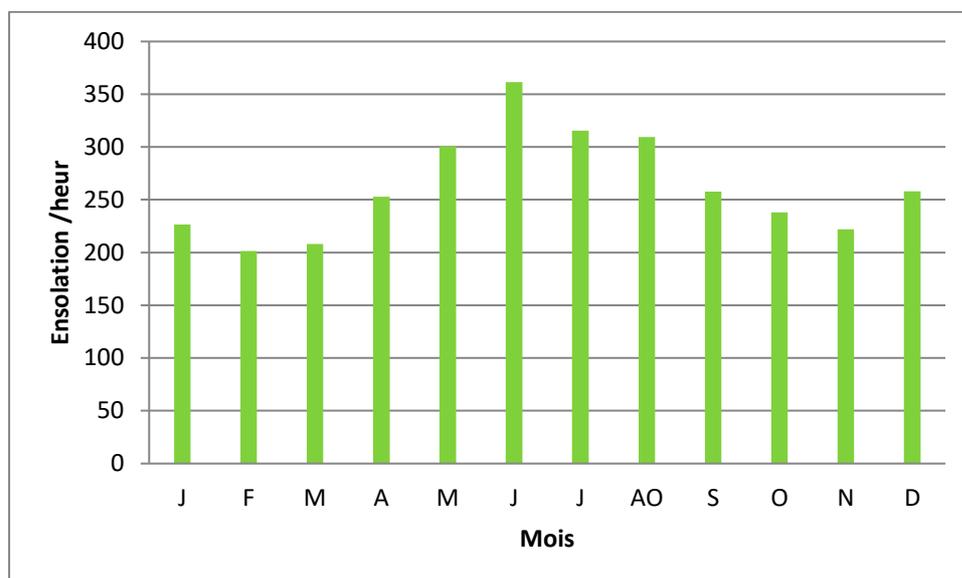


Figure 17 : Insolation moyennes mensuelles de l'année 2018.

Durant l'année 2018 ; le nombre moyen annuel d'heures d'insolation est (262,7 heures) par an. Le minimum en février (201,4 heures) et le maximum en juin (361,5 heures). (Figure 17).

I-7- Climagramme d'Emberger

Afin de déterminer l'étage bioclimatique de la région de Biskra, nous avons calculé le quotient pluviométrique d'Emberger (Q2) avec des données climatiques calculées durant la période 1998-2018.

Le quotient pluviométrique d'EMBERBER (Q2) est déterminé par la combinaison des 3 principaux facteurs du climat. Il est donné par la formule suivante :

$Q_2 = 2000P/M^2 - m$, donc

P : pluviométrie annuelle moyenne en mm

M : moyenne des maximal du mois le plus chaud en degrés

m : moyenne des minimal du mois le plus froid en degrés

STEWART (1969) en transformant cette équation a obtenu pour le climat méditerranéen la formule suivante :

$$Q_2 = KP/M - m$$

K : constante qui est à 3,43 ; les températures en degrés Celsius pour M et m ; P est la pluie en mm. Le facteur M-m est l'expression de l'évaporation, en général elle est d'autant plus forte que (M-m) est plus grand (Emberger in Letrech- Belarouci)

D'après les données climatiques de Biskra, pour la période qui s'étale de 1998-2018 nous avons

- La précipitation annuelle moyenne **P = 129,2 mm**
- température maximale **M = 43,5 °C**
- La température minimale **m = 6,8 °C**

Donc $(Q_2 = 3,43 \cdot [129,2 / (43,5 - 6,8)]) = 12,07$

Dans ce cas le quotient pluviométrique est : **Q₂ = 12,07**

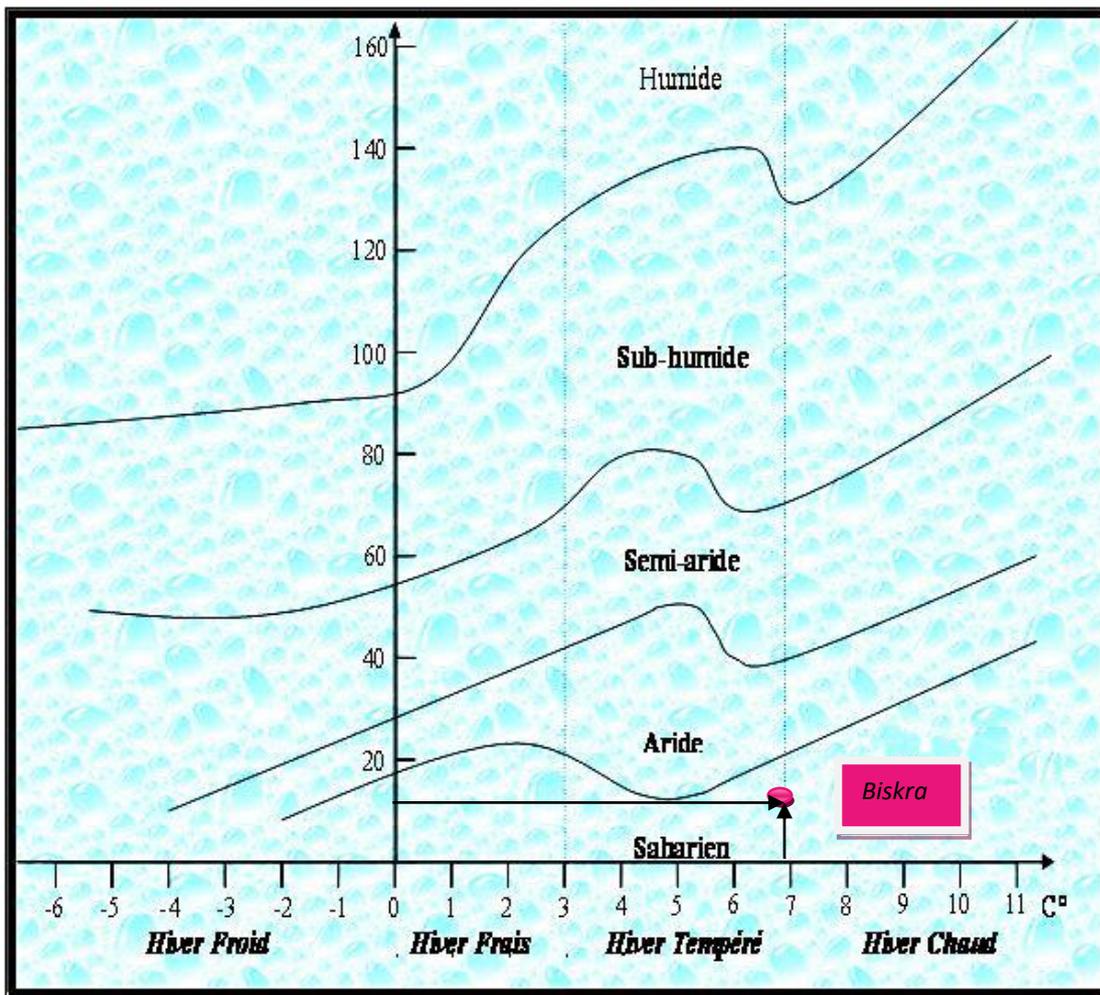


Figure 18: le point de projection de la wilaya de Biskra dans le climagramme D'Emberger. (1998-2018)

D'après la projection du point obtenue sur le climagramme d'Emberger nous pouvons dire que la wilaya de Biskra est dans l'étage bioclimatique saharien et à hiver tempéré (Fig.18).

I-8-Végétation

L'étude de la végétation de la zone des oasis de Ziban montre une liaison étroite entre la composition floristique et les conditions du milieu. La végétation y est rare elle comprend d'un part des plants annuelles à croissance rapide qui fleurissent et fructifient après les rares périodes humides, d'autre part des plantes vivaces adoptées à la sécheresse. (Arbi, 2005)

Pour les oasis des Ziban caractérisées principalement par des sols à pédogenèse bien définie ; la végétation résultante de l'interaction sol-végétation permet de signaler la présence des groupements halophiles, psammophiles, gypsophiles et des hygrophiles. (Gali, 2005)

La végétation actuelle est le résultat des interactions de trois facteurs ; climat, sol et action anthropique. Les cultures maraîchères sont pratiquées ; aussi ; comme culture intercalaire.

L'existence des nappes favorise le développement des palmeraies dattier dans de nombreuses Oasis comme ; Tolga, Borge Ben azzouze, Ourlel et Oumech.

1-8-1-Palmeraies dans la région de Biskra

La culture qui prédomine dans la région des Ziban est la culture du palmier dattier, ce potentiel est répartie en particulier dans des palmerais dans la zone du Zab Gharbi Elhajeb (Ain Ben Noui), Tolga, Foughala, Ourlal, et la zone Nord de Biskra Djamourah, M'chounéch, El-Kantara, Ain zaatout, en plus des cultures saisonnières, l'arboriculture fruitière (abricotier, pommier). Alors que la zone du Zab Chergui est connue par les cultures de plein champ (Fève, pastèque, céréales,...) (Matallah et al. ; 2008).

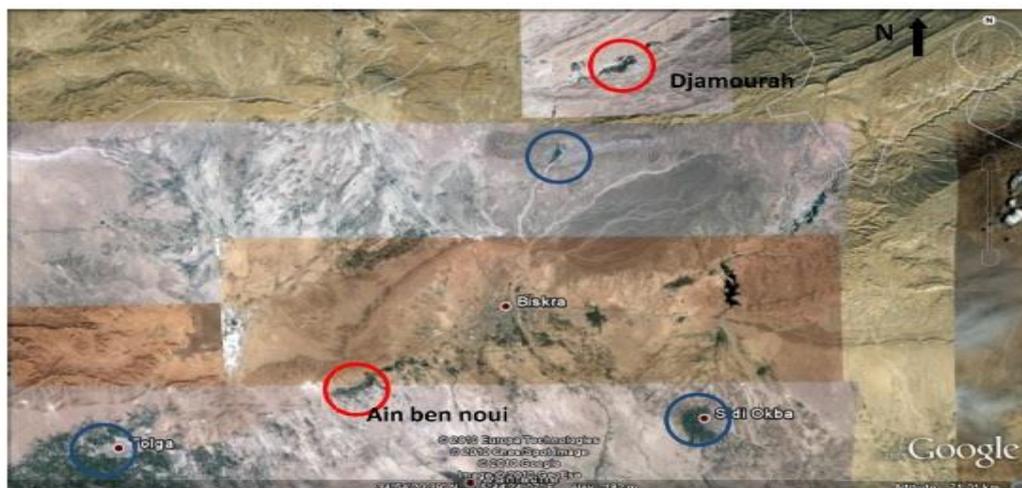


Figure 19 : Les différents groupements de palmeraies dans la Wilaya de Biskra sur la photo aérienne (Anonyme, 2010)

I-9-. Conclusion

Ce chapitre a été consacré à la présentation des caractéristiques climatiques de la région de Biskra. Les paramètres climatiques ont permis de situer la région dans un climat saharien à hiver tempéré, avec une précipitation moyenne annuelle de 129,2mm et des températures moyennes mensuelles maximales durant les mois de juillet et d'août respectivement de 34,8 °C et 33,5 °C.

II-Matériels :**II-1- Objectif de l'étude**

L'objectif de cette étude est l'utilisation de logiciel (CROPWAT8.0) et l'Excel pour calculer les besoins en eau (ETM) de phoeniciculture (palmier dattiers) qui sont les plus cultivés dans la région de Biskra, sur une période de 20 ans (1998-2018) et cela pour ressortir un calendrier d'irrigation en fonction de coefficient culturale (K_C) et les bilans hydriques.

Ensuite faire une comparaison entre les résultats des deux méthodes de travail (Penman- Monteith et Turc) et d'autres travaux qui ont utilisé le CROPWAT8.0 et Excel pour déterminer les besoins en eau du palmier dattiers et ETM.

II-2. Présentation du logiciel (CROPWAT 8.0)**II.2.1. Définition de CROPWAT**

Le CROPWAT est un logiciel d'aide à la gestion de l'irrigation, il a été mis au point par la FAO en 1992, basé sur la formule de Penman - Monteith modifiée. Il permet le calcul des besoins en eau des cultures et des quantités d'eau d'irrigation ; basés sur les Bulletins d'irrigation et de drainage FAO-24 et 33. Il offre également la possibilité de développer un calendrier d'irrigation en fonction de diverses pratiques culturales, et d'évaluer les effets du manque d'eau sur les cultures et l'efficacité de différentes pratiques d'irrigation (Boudjelal, et Bommoun, 2006).

CROPWAT 8.0 pour Windows est un programme informatique qui permet de calculer les besoins en eau des cultures et les besoins en irrigation à partir de données climatiques et culturales, nouvelles ou déjà existantes. De plus, le programme permet l'établissement de calendriers d'irrigation pour différentes conditions de gestion et le calcul de l'approvisionnement en eau de périmètres pour divers assolements (Henanou kamir.2018).

II-2-2 Description du logiciel (CROPWAT 8.0)

Comme le montre la figure 20 ci- dessous, l'interface du logiciel (CROPWAT 8.0) se compose de quatre parties :

- 1- une barre de menu principale, noté 1 sur la figure ci-dessous
- 2- Une barre d'icônes située sous la barre de menu principal. Noté 2 sur la figure ci-dessus.
- 3- Une barre de raccourcis contenant un ensemble d'icônes relatifs aux données nécessaires au calcul des besoins en eau des cultures, à l'établissement du calendrier d'irrigation et au calcul des besoins en eaux des périmètres. Noté 3 sur la figure ci-dessous.
- 4- Une barre de résumé qui indique les noms des fichiers de données sélectionnés

Noté 4 sur la figure ci-dessous.

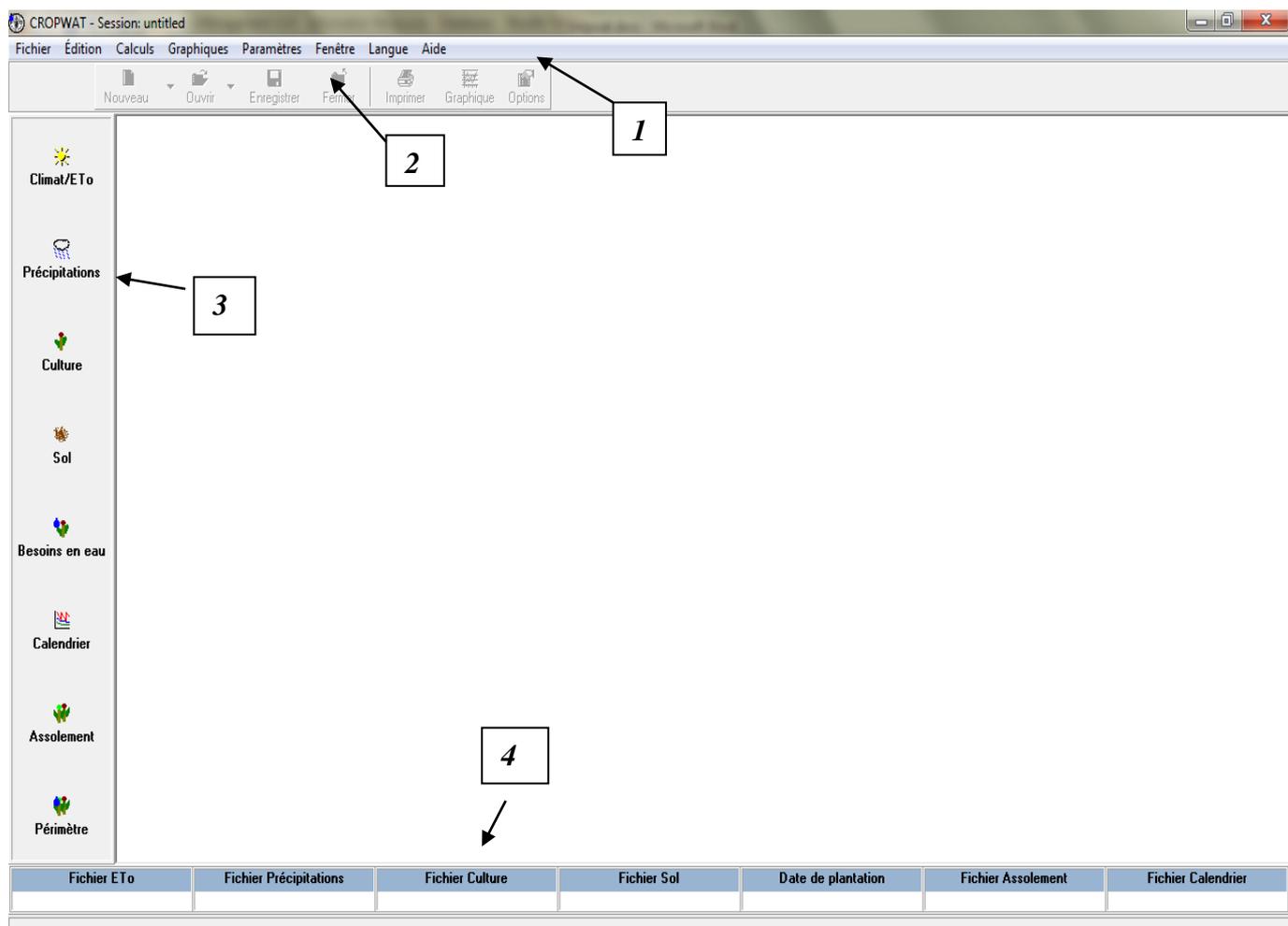


Figure 20 : Fenêtre principale du logiciel CROPWAT 8.0 (Debauche, et al., 2011).

II-2-3. Méthodologie de travail avec le logiciel CROPWAT

La collecte des données et l'analyse des données ont été faites par l'utilisation du logiciel et leur homogénéisation :

- ✓ Températures moyennes mensuelles min et max (°C) ;
- ✓ précipitation moyenne mensuelle (mm) ;
- ✓ humidité relative moyenne mensuelle (%) ;
- ✓ vitesse de vent moyenne mensuelle (m/s) ;
- ✓ durée d'insolation moyenne mensuelle (heure/j).

II-2-4-Aperçu des fonctionnalités

CROPWAT 8.0 pour Windows inclut des fonctionnalités nouvelles et actualisées:

- ✓ l'entrée des données climatiques pour le calcul d'ET_o par jour, décade ou mois
- ✓ la compatibilité avec les données provenant de la base de données CLIMWAT
- ✓ la possibilité d'estimer les données climatiques en l'absence de données mesurées
- ✓ le calcul des besoins en eau des cultures par décade et jour basé sur des algorithmes actualisés qui incluent l'ajustement des valeurs des coefficients de culture
- ✓ les calculs de besoins en eau des cultures et le calendrier d'irrigation pour les "cultures.
- ✓ des calendriers d'irrigation modifiables par l'utilisateur.
- ✓ des tableaux présentant les bilans hydriques des sols par jour.
- ✓ l'enregistrement et la consultation aisés des sessions et des calendriers d'irrigation définis par l'utilisateur
- ✓ des présentations graphiques des données d'entrée, des besoins en eau des cultures et des calendriers d'irrigation
- ✓ des programmes d'impression étendus fonctionnels sur toutes les imprimantes compatibles Windows
- ✓ un gestionnaire d'aide contextuelle

Toutes les procédures de calcul utilisées dans CROPWAT 8.0 sont basées sur les directives FAO exposées dans la publication No. 56 du bulletin FAO d'Irrigation et Drainage "Évapotranspiration des Cultures - Instructions pour estimer les besoins en eau des cultures

II-3-Données utilisées par le CROPWAT dans le calcul des besoins

Après avoir recueilli des données climatiques dans la région de Biskra, nous avons introduit les données dans logiciel pour calculer l'ETP et les besoins en eau des cultures par décade durant la période de 20ans (1998_2018).

II-3-1-Données climatiques

Le logiciel CROPWAT exige 5 données climatiques d'une station météorologique normalisée, pour que cette dernière soit représentative elle doit être la plus proche de la zone agricole, les stations comme celle des aéroports ou dans les zones urbaines sont à éliminer (Doorenbos et Kassam, 1987). En cas où la station la plus représentative ne donne pas les 5 données climatiques il est conseillé de les estimer, la FAO propose les méthodes d'estimation de l'humidité relative, rayonnement, et la vitesse de vent dans son Bulletin-56 (1998). (Boudjelal, et Bommoun, 2006)

II-3.2. Importation des données Climatiques de CROPWAT.

Les données climatiques entrées dans le logiciel CROPWAT en serre dans

l'annexe 1-l'annexe 7, qui nous avons obtenue de la station météorologique de Biskra,

2019(Aéroport)

Mois	Temp Min	Temp Max	Humidité	Vent	Insolation	Ray.	ETo
	°C	°C	%	km/jour	heures	MJ/m²/jour	mm/jour
Janvier							
Février							
Mars							
Avril							
Mai							
Juin							
Juillet							
Août							
Septembre							
Octobre							
Novembre							
Décembre							
Moyenne							

Figure21 : Fenêtre d’encodage des données climatiques.

II-3-3- Données liées à la culture

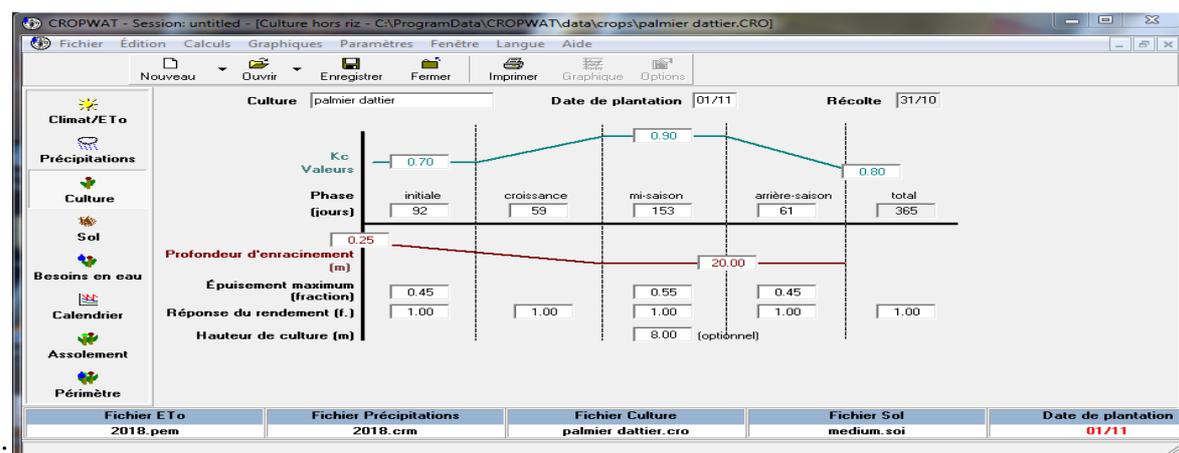


Figure 22 : Données culturelles chargées dans le logiciel CROPWAT 8.0 pour les palmiers dattier

Selon (Olivier DEBAUCHE, Nassima TADRIST & Pinnara KET, 2011) Le logiciel CROPWAT contient un fichier reprenant les caractéristiques cultures et La fenêtre ci-dessus(fig.22) contient les informations relatives aux :

- ✓ Nom de la culture, sa date de plantation
- ✓ Valeurs de K_c : c'est à dire les trois valeurs caractéristiques de la courbe de K_c de base
- ✓ Phase (jours) : les durées des quatre stades de développement. La durée totale de la culture est automatiquement calculée. La date de récolte est également automatiquement calculée en ajoutant le nombre de jour total de la culture à la date de plantation
- ✓ Profondeur d'enracinement (Z_r) : ce paramètre permet de calculer la réserve utilisable par la plante RU (TAW).
- ✓ Epuisement maximum (fraction) (p) : ce paramètre permet de déterminer la fraction de la réserve utilisable qui est facilement utilisable par la plante. En d'autres termes, $E_{Tr}/E_{tc} = 1$.
- ✓ Réponse en rendement : facteur qui lie la baisse du rendement au déficit d'évapotranspiration
- ✓ La hauteur de culture : permet d'ajuster les K_c mid et K_c end aux conditions locales.
- ✓ Note : Si les palmiers dattier est sélectionné comme culture. Voir Figure 22 ci-dessus.
- ✓ Une fenêtre spécifique est chargée. Voir Figure ci-dessous. (fig.22)
- ✓ Cette fenêtre contient une courbe de K_c un peu différente des autres cultures

Il faut maintenant adapter les données relatives à la culture doivent être adaptées au contexte local. Les paramètres à adapter sont :

1-La date de plantation

2-Les phases des différents stades de développement de la phoeneciultur

3-Le coefficient Kc des palmiers (D Dubost,Biskra 2008)

Sur une jeune plantation on considère que la première année on irrigue **1 m³/plant**

- Kc = 0,1 à 0,2

Pour une palmeraie adulte

- **Kc = 0,7** de nov. à Février
- **Kc = 0,9** puis 1 àSeptember
- **Kc= 0,8** de September à November

4-Le système racinaire du palmier dattier est fasciculaire, les racines ne se ramifient pas et n'ont relativement que peu de radicelles. Le bulbe ou plateau racinal est volumineux et émerge en partie au-dessus du niveau du sol. Le système présent quatre zones d'enracinement :

Zone 1 : Ce sont les racines respiratoires, localisées à moins de 0,25 m de profondeur qui peuvent émerger sur le sol.

Zone 2 : Ce sont les racines de nutrition, allant de 0,30 à 0,40 m de profondeur.

Zone 3 : Ce sont les racines d'absorption qui peuvent rejoindre le niveau phréatique à une profondeur varie d'un mètre à 1,8 m.

Zone 4 : Ce sont les racines d'absorption de profondeur, elles sont caractérisées par un géotropisme positif très accentué. La profondeur des racines peut atteindre 20 m, [Munier, 1973 ; Djerbi, 1994].

url :https://www.memoireonline.com/07/08/1340/m_dosage-biochimique-composes-phenoliques-datte-miel-sud-algerie2.html

II-3-4- Les données liées du sol

Selon (Debauche et *al.*, 2011), Le logiciel CROPWAT contient un fichier reprenant les données liées du sol.

La fenêtre ci-dessous (figure 23) contient les informations suivantes

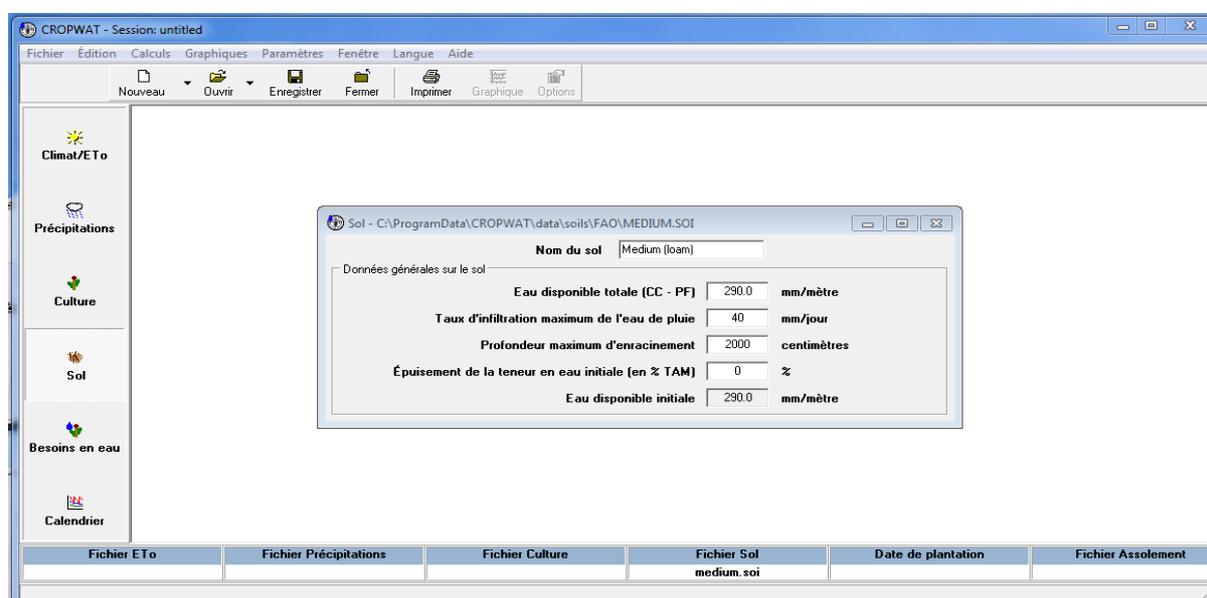


Figure 23 : Fenêtre d'encodage des données sols

- ✓ Le nom du sol
- ✓ L'eau disponible totale (CC-PF) : c'est-à-dire la teneur en eau entre la capacité au champ et le point de flétrissement exprimée en mm/mètre de sol
- ✓ Le taux d'infiltration maximum de l'eau de pluie.
- ✓ Ce paramètre peut être mesuré par des essais au double anneau sur le terrain.

- ✓ La profondeur maximum d'enracinement. C'est-à-dire la profondeur où se trouve un horizon de sol imperméable ou la roche mer.
- ✓ Ce paramètre permet de limiter la profondeur racinaire de la culture si la profondeur d'enracinement est inférieure à la profondeur racinaire de la culture.
- ✓ L'épuisement de la teneur en eau initiale (en % de RU (TAM)). L'eau disponible initiale est automatiquement calculée en fonction du % d'épuisement de RU. Ce paramètre permet de commencer la simulation sur un teneur en eau différente de la capacité au champ.

Note : Les données des sols que nous avons utilisés dans notre travail sont celles données par FAO (sol moyenne qui utilisée pour calcule le besoin en eau de culture de palmier dattier)

II-4-Excel :

II-4-1-Définition :

Microsoft Excel est un tableur électronique qui fonctionne sous Windows et sous Mac OS. Un tableur est outil qui permet de produire des documents professionnels tout en réalisant des calculs de manière précise et rapide. Ces calculs sont mis à jour à chaque modification.(Yacoub ,2007)

Excel offre de nombreux avantages et nous en citons :

- ✓ Saisie rapide et précise des données.
- ✓ Recalcul facile des données.
- ✓ Vérifications des hypothèses
- ✓ Modification de la présentation des données
- ✓ Création de graphiques

Lorsque vous démarrez Microsoft Excel (Démarrer / Programmes / Microsoft Excel).

La feuille de fenêtre Excel apparaît comme le montre la figure suivante :

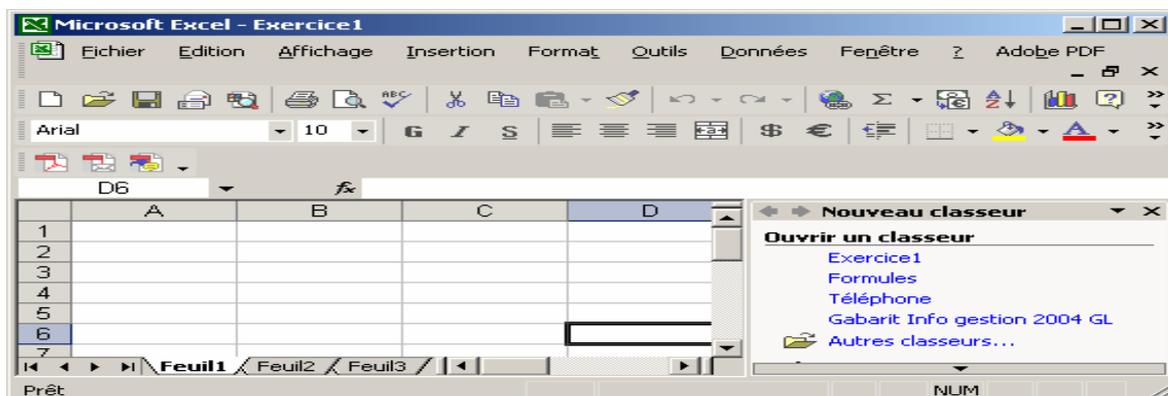


Figure24: Feuille Microsoft Excel

Un fichier Excel est appelé Classeur et il a l'extension xls. Dans l'exemple de la figure précédente, le classeur s'appelle Exercice1.

III-Méthodes :

Dans ce travail, on a utilisé les deux principales méthodes (**Penman- Monteith (1975), Turc**) qui nous servent de calculer les besoins en eau (ETM) de phoeniculture (palmier dattiers dans la région de Biskra sur une période de 20 ans (1998-2018))

III-1 Méthode de Penman- Monteith (1975) :

On utilise cette méthode sous forme de logiciel CROPWAT8.0, pour le moment, la plus satisfaisante des formules connues pour estimer l'effet du climat sur les besoins en eau des palmier dattier dans la région de Biskra durant la période de 20 ans (1998-2018). Elle comprend 2 paramètres, le facteur Energie (rayonnement) et le facteur Aérodynamique (vent et humidité). Cette formule est affectée de coefficients évalués par l'expérimentation en palmeraie de dattiers relatifs aux plantes, au degré de recouvrement et à la nature de l'eau.

Les données climatiques introduits est :

- ✓ Température°C
- ✓ Précipitation mm
- ✓ Vitesse du vent(m/s)
- ✓ Humidité relative%
- ✓ Ensoleillement(MJ/ m²/j)

III-2-Méthode de Turc

On applique la formule de turc ci-dessous pour définir l'ETM en mm/an ;

($ETM = ETP \times Kc$) à partir de l'application numérique à l'aide d'Excel, après introduire les données climatiques suivantes :

- ✓ la température moyenne mensuelle°
- ✓ la radiation globale du mois considéré
- ✓ l'insolation relative

$$ETP = (I_g + 50) \frac{t}{t + 15} \left(1 + \frac{50 - ur}{70} \right) \cdot K$$

Avec :

$$I_g = I_g A. \left(0,18 + 0,62 \cdot \frac{h}{H} \right)$$

Ou

t : température moyenne mensuelle de l'air en °C

I_g : radiation globale moyenne du mois petites calories par cm² et par jour sur une surface horizontale.

$I_g A$: valeur théorique de la radiation globale (énergie en absence d'atmosphère)

h : durée de l'insolation mensuelle effective.

H : durée mensuelle du jour.

Ur : humidité relative moyenne mensuelle de l'air.

Pour les valeurs du ur > 50 l'expression $(1 + 50 - ur/70)$ est prise égale à 1

K : valeur constante égale 0.37 pour février et 0.4 0 pour tous les autre mois (B.E.I E. R.E, 2009 in Dahkal, 2016)

Note : On a utilisé le Kc de la formule de Penman dans la formule de Turc.

Chapitre III : Résultats et Discussions

Dans cette partie, nous interprétons nos résultats, en premier lieu en situant l'Evapotranspiration potentielle (ETP) et l'Evapotranspiration maximale (ETM) des palmiers dattier par rapport aux normes qui existent dans la bibliographie notamment ceux du Bulletin FAO-24(1986), FAO-33 (1989) et celle obtenue par d'autres chercheurs.

I- Résultats:

I-1- Calcul de l'ETP par deux méthodes (Penman_Monteith et Turc) :

I-1-1- Pour la période allant de 1998 à 2018 :

Les valeurs de l'ETP de palmier dattier estimés par le logiciel et Turc sont données dans l'annexe n°19.

D'après le tableau 5, on remarque que l'ETP mensuelle calculée sur la période de 20 ans (1998 à 2018) par logiciel est de 1656,3615 mm par contre la valeur de l'ETP mensuelle calculée par Turc est de 1344,089 mm

La valeur maximale mensuelle de l'ETP est de 234,3705 mm pour le mois Juin et la valeur minimale mensuelle est de 52,68 mm pour le mois de Décembre pour la période (1998 à 2018) calculée par logiciel, par contre la valeur maximale de l'ETP mensuelle est de 207,502 mm pour le mois de Juillet et la valeur minimale est de 49,6845 mm pour le mois de Décembre estimée par Turc.

Tableau 5 : Evapotranspiration mensuelle moyenne de l'ETP (mm) dans la wilaya de Biskra durant 20 ans (1998-2018) calculé par CROPWAT 8.0 et Turc.

Mois	ETP mensuelle en mm durant (1998-2018) calculé par logiciel	ETP mensuelle en mm durant (1998-2018) calculé par Turc
Janvier	59.06	54.796
Février	78.1	68.9135
Mars	120.73	119.3055
Avril	154.81	152.76
Mai	194.71	189.746
Juin	234.3705	207.054
Juillet	233.058	207.502
Aout	207.753	183.0395
Septembre	145.08	149.3635
Octobre	105.11	103.343
Novembre	70.9	66.0835
Décembre	52.68	49.6845
Totale	1656.3615	1344.089

I-1-2- Pour l'année en cours (2018) :

Le tableau 6 montre que les valeurs de l'ETP de l'année en cours (2018) calculée par Cropwat 8.0 est de 2294,381 mm par contre la valeur de l'ETP (2018) calculé par Turc est de 1389,5153 mm.

Pour l'année en cours (2018) la valeur maximale de l'ETP est de 350,1 mm pour le mois de juillet et la valeur minimale est de 79,71 mm pour le mois de Décembre estimée par logiciel par contre la valeur maximale de l'ETP est de 192,72 mm pour le mois de Juin et la valeur minimale est de 53,14 mm pour le mois de Décembre estimée par Turc.

Tableau 6 : Evapotranspiration mensuelle moyenne de l'ETP (mm) dans la wilaya de Biskra de l'année 2018 calculé par CROPWAT 8.0 et Turc.

Mois	ETP mensuelle en mm de l'année(2018) calculé par logiciel	ETP mensuelle en mm de l'année(2018) calculé par Turc
Janvier	109	60.28
Février	93.07	54.51
Mars	175.01	94.26
Avril	224	130.53
Mai	224	159.26
Juin	304.8	192.72
Juillet	350.1	187.19
Aout	258.5	168.84
Septembre	210.1	136.66
Octobre	157.811	90.79
Novembre	108.28	61.33
Décembre	79.71	53.14
Totale	2294.381	1389.52

I-2-Calcul des besoins en eau ETM des palmiers dattier durant (1998-2018) et l'année en cours(2018) par Cropwat et Turc :

I-2-1- Calcule de l'ETM pour la période allant de 1998 à 2018 :

Les valeurs des besoins en eau de l'ETM (mm) de palmier dattier estimés par le logiciel et Turc sont données dans l'annexe n°18

La figure 25 montre que l'estimation de l'ETM moyenne par Cropwat est plus grande que Turc.

Respectivement selon les deux méthodes (Cropwat et Turc), on remarque que le mois de pointe est le mois de juillet avec la valeur de 328.3mm estimé par Cropwat, par contre le mois pointe est Juin avec la valeur de l'ETM égale à 204.27mm estimé par Turc.

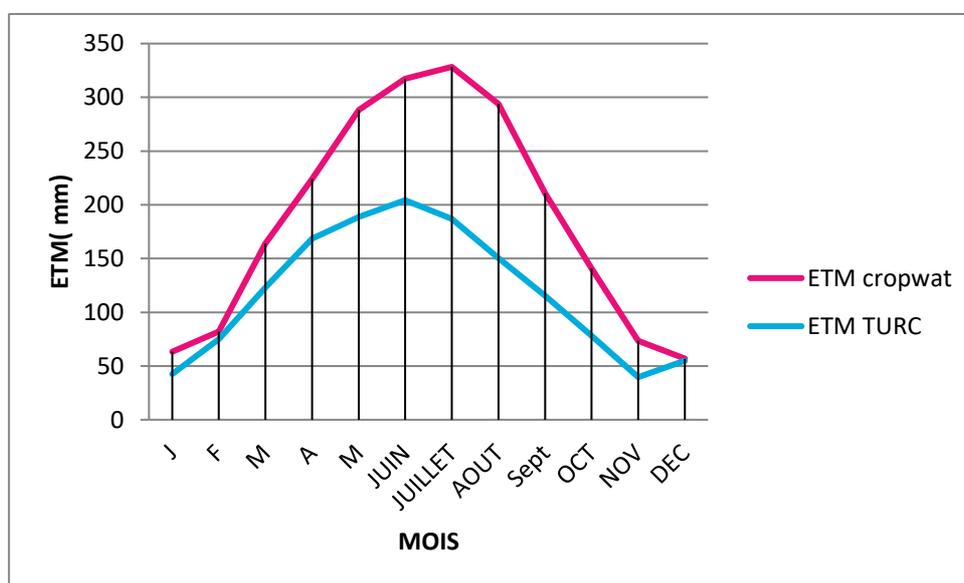


Figure25 : Estimation de l'ETM (mm) moyenne par Cropwat et Turc de 20 ans (1998-2018).

On peut expliquer cette différence de l'ETM entre les deux méthodes (Cropwat et Turc) par la différence des paramètres climatiques introduits par les deux méthodes :

- Pour la méthode de Cropwat les paramètres sont : Température (C°) ;Précipitation mm;Vitesse du vent (m/s) ;Humidité relative% ; Ensoleillement (MJ/ m²/j).
- Par contre la formule de Turc introduit les paramètres climatiques qui sont : la température moyenne mensuelle C° ;la radiation globale du mois considéré(Ig)Cm₂/j/surface ;l'insolation relative / heure.

I-2-2- Calcule de l'ETM mm pour l'année en court 2018 :

Les valeurs des besoins en eau l'ETM de palmier dattier estimés par le logiciel et Turc sont données dans l'annexe n°19

D'après la figure 26 on remarque que l'estimation de l'ETM par Cropwat est plus précise que Turc. On remarque que le mois pointe est le mois de juillet avec une valeur de 350.1mm estimé par Cropwat, par contre le mois pointe est Juin 192,72mm estimé par Turc.

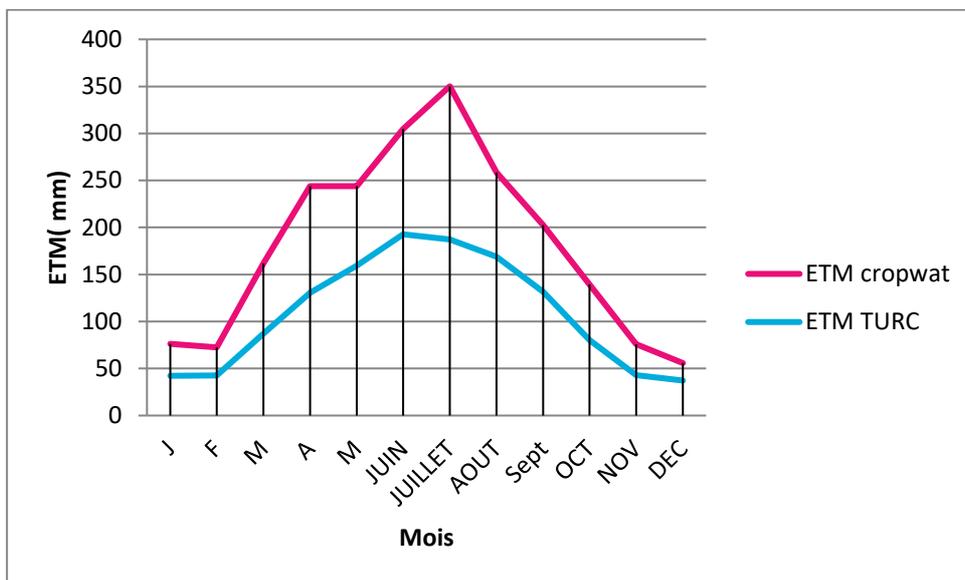


Figure26 : Estimation del'ETM (mm) mensuelle par Cropwat et Turc de l'année en court 2018.

I-3- Calcule de L’ETP et l’ETM mensuelle et moyenne durant 20 ans (1998-2018) par Cropwat et Turc

I-3-1- Calcule de L’ETP mensuelle et moyenne durant 20 ans(1998-2018)par Cropwat et Turc

Les valeurs de l’ETP et l’ETM mensuelle et moyenne de palmier dattier estimés par logiciel sont données dans l’annexe n°20.

D’après la figure 27, on remarque que l’ETP mm mensuelle calculée sur la période de 20 ans (1998à 2018) par logiciel est de 1656,3615mm par contre la valeur de L’ETP moyenne est de 2268,6466mm.

La valeur maximale mensuelle de l’ETP est de 234,3705 mm pour le mois Juin et la valeur minimale mensuelle est de 52.68 mm pour le mois de Décembre, par contre la valeur maximale de l’ETP moyenne est de 299,43mm pour le mois d’Aout et la valeur minimale est de 81,2857mmpour le mois de Décembre.

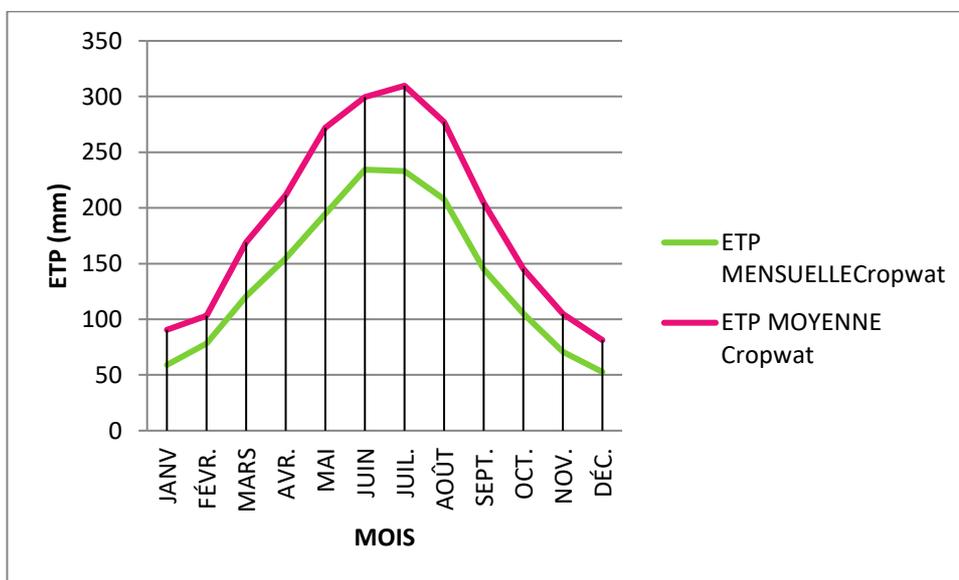


Figure 27 : ETP mensuelle et moyenne durant 20 ans (1998-2018) estimé par Cropwat.

Selon la figure 28, on remarque que l’ETP mensuelle calculée sur la période de 20 ans (1998 à 2018) par Turc est de 1514 08631mm par contre la valeur de L’ETP moyenne est de 1457,13481mm.

La valeur maximale mensuelle de l’ETP est de 206.876916mm pour le mois Juillet et la valeur minimale mensuelle est de 49,2923042mm pour le mois de Décembre, par contre la valeur maximale de l’ETP mm moyenne est 192,71mm pour le mois de Juin et la valeur minimale est de 56,57mm pour le mois de Novembre.

On remarque que l’estimation de L’ETP mm mensuelle et moyenne par Cropwat et Turc presque les mêmes .Soit calculer par chaque an pendant 20 ans (1998-2018) ou par la moyenne (1998-2018).

Les valeurs de l’ETP et l’ETM mensuelle et moyenne de palmier dattier estimés par Turc sont données dans l’annexe n°21.

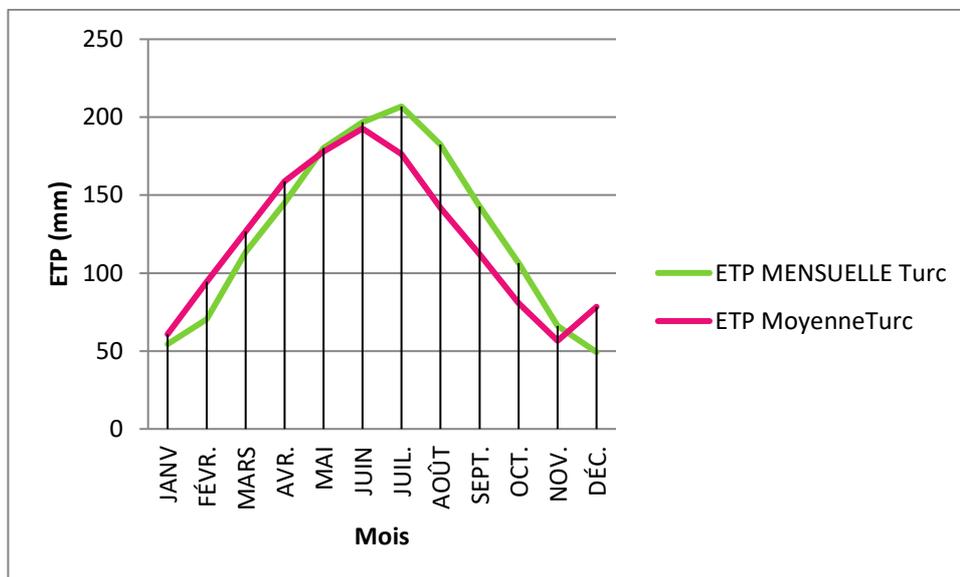


Figure 28: ETP mensuelle et moyenne durant 20 ans(1998-2018) estimé par Turc

I-3-2- Calcule de L’ETM mensuelle et moyenne durant 20 ans (1998-2018)par Cropwat et Turc

La figure 29 montre que l’ETM mm mensuelle et moyenne calculé par Cropwat et respectivement de l’ordre (2227,45714mm), (2243,2mm) et la valeur maximale est de l’ordre (322,2mm), (328,3mm) pour le mois de juillet par contre la valeur minimale est de l’ordre (57,0095238mm), (56,9mm) pour le mois de Décembre.

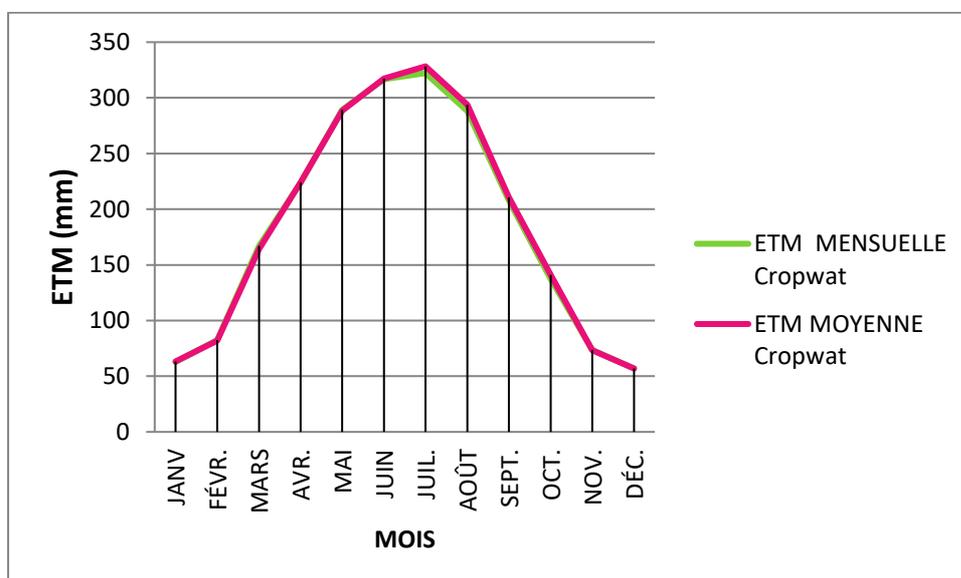


Figure29 :L’ETM mm mensuelle et moyenne durant 20 ans (1998-2018) Estimé par Cropwat.

La figure 30 montre que l’ETM mensuelle et moyenne calculé par Turc et respectivement de l’ordre (1356,25831mm et 1426,89693mm) et la valeur maximale est de l’ordre (198,437757mm et 204,2726mm) pour le mois de juillet et ,Juin par contre la valeur minimale est de l’ordre (33,1233419mm et 39,599mm) pour le mois de Décembre et Novembre.

On constate quel l’estimation de l’ETM mensuelle et moyenne des palmiers dattier pendant 20 ans (1998-2018) estimé par Cropwat et Turc. Soit calculé par chaque année durant 20 ans (1998-2018), ou par la moyenne de 20 ans (1998-2018) donne les mêmes résultats.

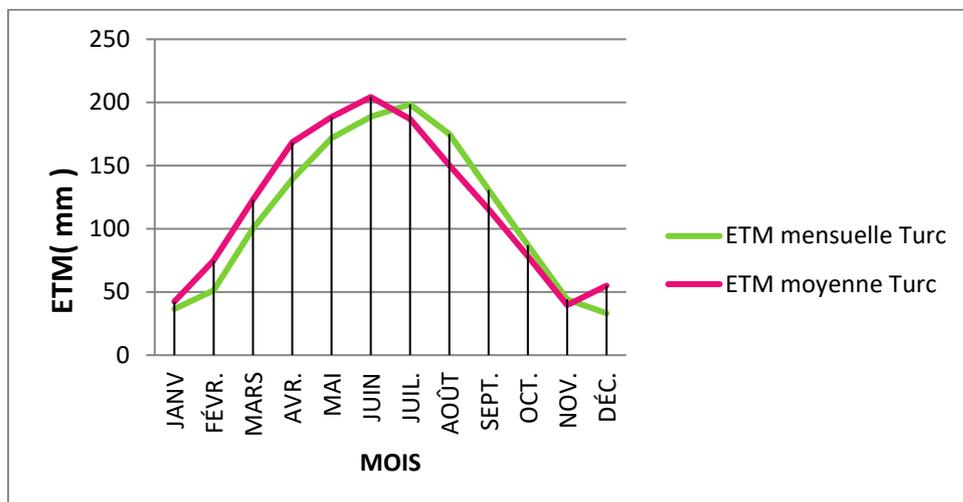


Figure30 :L'ETM mm mensuelle et moyenne durant 20 ans (1998-2018)

Estimé par Turc.

II-Discussions

On remarque que nos résultats de l'ETP moyenne annuelle estimé par (Penman) durant 20 ans (1998-2018) est de 2268.6466 mm est inférieure aux résultats obtenue par Dahkal (2017) durant 30 ans (1974-2012) par la méthode de Turc qui est de 2554.38 mm, et elle est supérieure à nos résultats par Turc (1457.13481mm).

Hamel (2009) a trouvé une valeur de l'ETP moyenne annuelle égale à 2182.92mm par la méthode de Penman, cette valeur est proche à nos résultats (2268.46 mm(Penman)) et supérieure a nos résultats obtenus par Turc (1457.13481m).

Les résultats de Henanou de 10ans (2007-2017) correspondant à ETP (Penmane) =2264,122 mm est presque égale au notre caculé par Penman,et superieure à nos résultat de Turc

On peut expliquer cette différence dans l 'ETP par la déférence dans la période d'étude et la méthode de son calcul avec ces paramètres introduits.

Les valeurs des besoins en eau des palmiers varient d'un mois à un autre. La demande en eau des palmiers dattiers en période de production (de Mai à Septembre) est plus élevée selon le modèle de Turc (Labdi, 2006), en comparaison avec ceux de Cropwat.

Nos résultats de l'ETM moyenne du palmier dattier pendant 20 ans (1998-2018) est de 2243,2mm estimé par Cropwat sont proche par rapport aux résultats trouver par le chercheur Neyrpc (1952) qui est de l'intervalle (1500mm à 2000mm).

Par contre Dahkal(2017) a calculé ces besoins dans la région de Ziban pendant 30 ans (1974-2012) et elle a trouvé une valeur de 2554.83mm selon la formule de turc qui est supérieure à nos résultats.

Le résultat de Henanou (2017) pendant 10 ans (2007-2017) est de (2218.33mm), calculé par Cropwatqui est proche de nos résultats. Labdi(2016) a trouvé une valeur 2351.206mm estimé par Turc qui est proche de nos résultats.

Nos résultats de l'ETM moyenne du palmier dattier estimé par Turc de 20ans (1998-2018) est de1426.88 mm, qui est inférieure aux résultats de Dahkal (2017) pendant 30 ans par Turc (2554.8 mm), on peut expliquer cette différence par rapport aux données climatiques et à la période d'étude.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Notre travail a pour but de déterminer les besoins en eau des Phoenicicultur (Palmier dattier) dans la région de Ziban- Biskra- en utilisant logiciel « CROPWAT 8.0 » par méthode de Penman_ Monteith, et la méthode de Turc. On se basant sur les variables climatiques (Température, précipitation, Humidité relative, vitesse du vent et durant l'insolation) les données sont obtenues de l'aéroport de Biskra (station météorologique) durant la période de 20 ans (1998-2018).

D'après les résultats obtenues on peut conclure que :

- L'ETP moyenne calculée sur la période de 20 ans (1998-2018), par le logiciel est de 2268, 6466mm par contre la valeur de l'ETP calculer par la formule de Turc est de 1457,13481mm.
- L'ETP de l'année en court (2018) calculée par le logiciel est de 2294, 381mm, par contre la valeur de l'ETP calculé par la formule de turc est de 1389.5153mm
- L'ETM moyenne annuelle (les besoins en eau de palmier dattier) calculée sur la période de 20 ans (1998-2018), par le logiciel est 2243.2mm par contre la valeur de l'ETM calculer par la formule de turc 1426, 89693mm.
- L'ETM de l'année en court(2018) calculée par le logiciel est de 2185.3 mm par contre la valeur de l'ETM calculer par la formule de turc est de 1302, 26768mm.

On peut dire que peut utiliser le logiciel CROPWAT et la formule de Turc pour estimer les valeurs de l'ETM (mm) des phoenicicultures dans la région de Ziban-Biskra.

Néanmoins, il serait intéressant de reprendre cette étude afin de mieux maitriser les besoins en eau des palmiers dattiers dans la région de Biskra et de confirmer les résultats obtenus dans notre modeste travail.

Références bibliographique

Références bibliographique et sites électroniques:

- Aide., 2016 :** Magazine. *La localisation géographique de la wilaya de Biskra.* 17p
- Allen R et Al., 1998:** *Crop évapotranspiration, guidelines for computing crop water requirements.* FAOIrr.andDrain.Paper n°39, Rome,Italy.
- Anonyme., 2005:** *La monographie de la wilaya de Biskra.Analysé par la direction de planification et l'aménagement de terretoire(DPAT).* Décc .2005.
- Anonyme .,2010** *www Google earrth.com.*
- Belguedj M. ,2002 :** *Caractéristiques des cultivars de dattiers dans les palmeraies du Sud-Est Algérien. Revue : Les Ressources Génétiques du Palmier Dattier : 245 – 251.* 251p
- Belguedj M et A.I, 2008 :** *Diagnostic rapide d'une région agricole dans le Sahara Algérien, axe de recherche/ développement prioritaires: cas de la région des Ziban (Biskra). Document de vulgarisation, Éd. INRAA. Alger. 26 p.*
- Benziouche S., 2008 :** *L'impact du PNDA sur les mutations du système de production oasien dans le sud algérien. Revue des régions aride IRA Médenine, Tunisie,p21.*
- Benziouche S., 2012 :** *Analyse de la filière dattes en Algérie: constats et perspectives de développement. Etude de cas da la daïra de Tolga. Thé Doc. ENSA. El Harrach. Alger 470 p.*
- Benziouche S, et Cheriet F. ,2012 :** *Structure et contraintes de la filière dattes en Algérie. Revus NEW MEDIT N° 4. Pp: 49-57.*
- Benziouche S et Cheriet F.,2012 et Bougoudoaura N et AL., 2015 :** *Date Palm Status and Perspective in Algeria. Chap in Date Palm Genetic Resources and Utilization, Volume 1: Africa and the Americas. Éd Springer. Pp : 125-168*
- Benziouche S., 2016 b :** *Les dattes biologiques comme outil de développement de la filière dattes dans la région des Ziban, Algérie. Proceiding séminaire International, Gestion intégrée et durable des territoires oasiens, Tome 1, Maroc, Pp:152-264.*
- Bonnet M. ,1970 :** *Calcul automatique des bilans d'eau mensuels par les méthodes de Thornwthwaite et de Turc,BRGM, Parais p21.*
- Borni D,et Saad K., 2006 :** *Le pilotage de l'irrigation localisée pour la culture de tomate(Lycopersiculesculentum) sois serre .mémoire ingénieur d'état en agronomie. univ. Biskra.58p*
- Boudjellal A et Bommoun R., 2006:** *Détermination des besoins en eau des cultures à l'aide de logiciel cropwat 4.3 dans la wilaya de Tipaza cas du périmètre de la Mitidja Ouest,diplôme d'ingénieure d'état en agronomie. Institut National Agronomie El Harrach-Alger. Pp15 à 27*

- Boukria A., 2010:** *Démo-écologie des peuplements lombriciens dans la zone aride de l'estAlgérien- Biskra*, P18 à 20 ; *Masters thèses, université Mohamed khider-Biskra.*
- CACI-CCI Ziban., 2015 :** *1er Salon international de la datte de Biskra. Le monde des dattes. Rev. N° 15. Alger. Pp : 14-15.*
- Chao C, et Kruge R.,2007 :***The Date Palm (Phoenix dactylifera L.) : Overview of Biology, Uses and Cultivation. Ed. Hort Science, vol. 42. University of California-Riverside and National Clonal Germplasm Repository for Citrus and Dates. United States. pp: 177-180*
- Chemloul Z, et Sella S., 2001 :** *Détermination des besoins en eau de la tomate conduite en irrigation localisée 'goutte à goutte' sous abri-serre dans le littoral Algérois ». Mémoire d'ingénieur d'Etat en agronomie, hydraulique agricole, INA, El Harrach, pp: 2-24.*
- Cornet A et Al.,1964 :***Introduction à l'hydrogéologie Saharienne. Géog, phys et Géol,Dyn. Vol VI, fasc 1, 5-72.*
- C.P.C.S., 1967 :** *Commission de pédologie et de cartographie des sols,la classification française .*
- C.R.S.T.R.A., 2014 :** *Quelques variétés de dattes algériennes ; atout économique ; Social et nutritionnel.*
- Debebeche K., 2015 :***Etude de l'effet de la densité de plantation et du ciselage au cœur du régime des palmiers dattiers (Phoenixdactylifera L.) sur l'amélioration de la production dattière : cas de cultivars Deglet-Nour dans la région d'El-Hadjeb (wilaya de Biskra, 102 p.Magister thèses, université HADJ LAKHDAR –Batna*
- Debouche N et Tadrif F, Pinnara K., 2011 :** *Manuel d'étatisation du logiciel Cropwat en français .47p.version2012.01.03/11*
- Djerbi M., 1994 :** *Précis de phoeniciculture. Ed. FAO, Rome, 192 p.*
- Dahkal M., 2016:** *La dynamique Agricole et l'enjeu hydrique dans la région de ziban, diplôme de master, science d'agronomie, p14 à P 50; Université mohamedkhider – Biskra.*
- Doorenbos J et PruittW., 1975 :** *Les besoin en eau des cultures,Bulletin FAOd'irrigation et de drainage 24,Rome.p*
- Doorenbos J., 1986:** *Les besoins en eau des cultures. Bulletin d'irrigationet de drainage n°24, Rome. 198p.*
- Dubost D., 1990 :** *Mutation du système de production oasien en Algérie. Éd. CRSTRA, Algérie.*
- Dubos D., 2002 :** *La révolution hydraulique dans les Oasis impose une nouvelle gestion de l'eau dans les zones urbaines-Article. 99p*
- Dubost D, Biskra., 2008 :** *Communication-Séminaire internationale d'écologie et Développement agricole des Oasis Algériennes.(powar-point).*
- DSA., 2016 :** *DIRECTION DES SERVICES AGRICOLES D'OUARGLA, 2016. Statistiques de la production des dattes dans la wilaya d'Ouargla. Rapport de la Direction Des Services Agricoles d'Ouargla*

- Eric G, et Al., 2008** : *Hydrologie objects methods.appmication, DUNOD, Paris, p 354.*
- FAO., 1992** : *foodand Agriculture Organization, production yearbook 1991, vol. 70.*
- FAO., 1989** : *Guide pour l'évaluation économiques des projets d'aménagements des bassins versants. Cahier F.A.O., conservation n° 16, Rome. p188*
- Fauri eC et Al., 2003** : *Ecologie, Approche scientifique et pratique. 5e édition, Ed. Tec & Doc (Lavoisier), 407p.*
- Ferrah A., 2004** : *Eau et agriculture en algérie. Groupe de recherche pour le développement de l'agriculture algérienne, Alger, 17p*
- Gali B., 2005** : *Contribution à l'étude de l'interaction sol-végétation et la cartographie du cortège floristique dans la plaine de l'OUTAYA. Thès. ing. Spé. Eco. Univ ELHADJLAKHDER. BATNA. p140*
- Gousskov N., 1964** : *Notice explicative de la carte géologique au 1/200 000. Biskra. Serv. Géol. Del'Algérie. Alger.*
- Goutier L., 1935** : *L'anarchie hydraulique dans le territoire de Touggourt. Compte rendu général des journées du Dattier (13-17 nov. 1933, Biskra-Touggourt). OFALAC, Alger : 25-46*
- Halitim A., 1988** : *Sol des régions arides d'Algérie. O.P.U, Alger, 384p*
- Hamel A., 2009** : *Hydrogéologie des systèmes aquifères en pays montagneux à climat semi-aride. Cas de la vallée EL Abiod (Aurès). Mémoire de Magister en géologie. Faculté des Sciences de la terre, de la géographie et de l'aménagement du territoire.. Constantine, Algérie, 231p.*
- Henanou K., 2018** : *Estimation de l'évapotranspiration potentielle (ETP) par la Méthode de Penman Monteith (Par logiciel CROPWA T 8.0) dans la région de Biskra (2007-2017). 57p.*
- Hillel D, et Al., 1969** : *L'eau et le sol. Principes et processus physiques. Edit. Vander, Louvain, 288 p.*
- Houssain E., 2005** : *Molecular characterization of some Egyptian date palm germplasm using RAPD and ISSR markers. Arab Journal of Biotechnology 8 (1): 83-98.*
- Hannachi S et Bekkari A., 1994** : *Les Ziban: dynamique et diversité, thèse DUA, ins de formation supérieur en agronomie saharienne, Ourgla, 43p.*
- Jaradat A., 2011** : *Biodiversity of date palm. USDA-ARS. USA. pp3-10*
- Johnny L., 2008** : *Etude de faisabilité de l'aménagement hydro agricole de la plaine de Lhomond dans la 11ème section communale d'Aquin : zone frangipane, diplôme d'ingénieur. Université d'état d'haiti.*
- Kadi K, et Al., 2014** : *Estimation des besoins en eau de la culture de l'ail par différentes formules. Européen cientific journal, N°27, ISSN : 1857- 7881(drint).*
- Kadri S., 2015**. *Analyse statistique du marché mondial de la datte et place de l'Algérie Salon International des dattes. Biskra*
- Khechai S., 2001** : *Etude hydro-physique des sols du périmètre irrigué de l'ITDAS. Plaine de ElOutaya, Biskra, Thèse de Magistère. Univ. ElHadj Lakhdar .Batna, p 65*

- Labdi N., 2016 :** *Impact du barrage de Foug ELGherza sur le développement de l'agriculture en irrigué dans le paramètre de Sidi Okba(Biskra), Thèse de Magistère. Univ. Mohamed khider. Biskra, p.63.*
- Laffitie R., 1939:** *Etude géologique de l'Aurès. Thèse, Paris, Bull, Serv. Carte géologique Algérie,Alger.2^{ème} édition.484 p.*
- MatallahS et Al., 2008 :** *Diagnostic rapide d'une région agréicole dans le sahara algérien, axes de recherche/développement prioritaires (Biskra).p26*
- Mardaci S., 2016 :** *Le pilotage d'irrigation de la culture de blé dure (Triticumdurum) auniveau du site expérimentale de l'ITDAS à L'Outaya – wilaya de Biskra, diplôme de master – science d'agronomie, université Mohamed Khider- Biskra.p18.p 92*
- Mauget G., 1957:** *L'évolution des ressources hydrauliques dans les oasis du bas Sahara algérien.Recherches sur l'Algérie. Edition CNRS Paris. Pages 68 – 75*
- Mimeche L., 1999:** *Evaluation et cartographie de la vulnérabilité à la pollution des Eaux souterraines de la région de Biskra, Thèse Magister, InstHyd, Batna, 165 p.*
- Monciero A., 1950:** *Contribution à l'étude du palmier dattier (Fumure, limitation et ciselage, maturation activée).- Buli, Inf. Off. Tunis, Standardis., 3 8, fasc. 1, pp. 74-80, octobre.*
- Mououch B., 1983 :** *Essai de rationnement de l'eau sur tomate : Recherche de la production optimale et valorisation de l'eau ». Thèse de Magister en aménagement et mise en valeur, INA, El Harrach, pp: 19-23.*
- Mouhouch B., 2003 :** *polycopie de cours d'irrigation (Méthodes utilisé pour calculer l'évapotranspiration ETP).INA.Elharrache (Alger).*
- Munier P., 1973 :** *Le palmier dattier.Ed.Maisonneuve et Larousse, Paris, 367p. Pp : 9-5*
- Neyrpic ., 1952:** *Etudes préliminaires du périmètre de Foug El Gherza, gouvernement général de l'Algérie service de la colonisation et de l'hydraulique, 103 pages.*
- Nixon R., 1950:** *Imported varieties of dates in the United States. Circular. N° 834. Washington, D.C. 144 p.*
- Onfaainraa ., 2017:** *Rapport sur le commerce exterieure des dates, 2017.p8.*
- Ozenda P., 1991:** *Flore et vegetationSahara.EdCNRS,Paris 1991,2004.*
- Peyron G.,2000 :** *Cultiver le palmier-dattier. Ed. Gridao. Montpellier. pp : 13-66.p109*
- Ramed F., 2003 :** *Elément d'écologie fondamentale. ED :Dunod, Paris.*
- Robinson M, et Al.,2012 :** *THE DATE PALM IN THE SOUTHERN NEVADA. University of Nevada Cooperative Extension. pp : 1-10.*
- Sadrati N., 2011:** *Origines et caractéristiques physico-chimiques des eaux de la wilaya de Biskra-Sud -Est Algérien. Thèse MagistèreHydrogéologie.p252.*
- Stewart P., 1969 :** *Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Bull. Soc.Hist. Natu., Afr. Nord, New York and London, T. 59:23 – 36.*

Sylvain M., 2006: *L'ETP penman-montepth à différent pas de temp sur 04sites du haut Bassin de L'Ouléma, IRA instit de recherche et développement, AMMA.p34*

Torki S., 2014 : *Reproduction des tourterelles dans la région des Ziban, diplôme de magister-science agronomie. Université Mohamed Khider- Biskra. pp5*

Tuzet A et Perrier A., 1998 : *Les besoin en eau des cultures, traité d'irrigation, Lavoisier, Paris, P148-249*

Wertheimer M.,1957 : *Recherches et observations sur la plantation des "rejets" de la Palmiers Dattiers (PhoenixdactyliferaL.) dans les Zibans (Région de Biskra). Revus. Fruits-Vol 11. N° 11. Pp : 481-487.*

Yaccoub S., 2007 : *Aide-mémoire pour Microsoft Excel 2003. Session Hiver 2007.*

Cours 420-CE0-LG, Chiffriers et bases de données en comptabilité et gestion, 73 p, pp 3.

Sites électroniques :

Memoireonline., 2008 : *Dosage biochimique des composés phénoliques dans les dattes et le miel récoltés dans e sud algérien.Par Ahmed Bessas.Ing en biologie.controlede qualité et analyses .Univ .Sidi Bel Abbes.disponible sur*

https://www.memoireonline.com/07/08/1340/m_dosage-biochimique-composes-phenoliques-datte-miel-sud-algerie2.htm cosulté10/04/2019

Naio., 2016 : *Salon internationale des techniques de production végétale, et des machines agricole: Stratégie globale de diversification, startup de la région toulousain en robotique agricole créé 2011, Disponible sur :*

https://www.naio_technologie.com/irrigation_determinez_besoins_eau_cultures_stocks_deau_disponibles/, consulté le 21/04/2019.

Tableau de classification botanique de Phoenix dactylifera.[en ligne].modifié10 avril 2019 disponible sur : <https://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-77545-nomenclature/>, Consulté le 21/05/2019.

Annexes

Annexes :

Annexe01 : tableau de température maximale moyenne (1998-2018)

Station : BISKRA

(1998 / 2018)

Température Maximale Moyenne sous Abri (en °C)

Année	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillie	Aout	Sept	Octob	Nove	Décem	Total	Moy
1998	17.3	20	23.2	27.2	30.1	37.4	40.7	39.6	35.3	27.2	17	17	332.2	27.7
1999	16.2	17.5	22.9	28.2	35.3	40.2	40.4	42.6	35.9	20.7	16.3	16.3	332.5	27.7
2000	15.6	20.5	24	28	34.5	36.6	40.4	39.9	34.7	27.2	22.6	19	343	28.6
2001	17.1	19.5	27.5	27.3	39	42.3	40.3	35.4	22.3	16.1	16.1	16.1	319	26.6
2002	16.9	21.6	25.3	27.5	32.3	38.1	40.5	38.9	34.4	29.1	21.7	19.2	345.5	28.6
2003	16.2	16.8	27.4	33.1	38.7	43	40.7	34.5	29	22.4	16.7	16.7	335.2	27.9
2004	18.6	21.2	23.1	25	28.5	36.4	39.7	40.8	34.5	30.9	21	17	336.7	28.1
2005	16	15.9	23.6	27.5	34.5	37.8	42.3	40.2	34	29.5	22.2	16	339.5	28.3
2006	14.8	17.3	23.9	29.3	34.8	38	40.8	40.1	32.7	31.3	22.8	17.8	343.6	28.6
2007	19	20.8	22.3	25.8	32.7	39.5	40	40.3	34.9	28.9	21.8	18.1	344.1	28.7
2008	18.7	19.9	24	29.2	32.3	36.7	42.5	40.6	34.9	27.1	20.4	15.8	342.1	28.5
2009	16.5	17.6	22.6	24.3	32.8	38.4	42.7	40.9	32.6	28.9	23.6	19.1	340	28.3
2010	18.2	20	23.8	28	30.2	37.5	41.4	40.8	34.5	28.3	21.9	18.1	342.5	28.5
2011	18.4	18.9	21.5	28.3	30.4	35.7	41.2	40.4	36.7	28.1	22.5	18.9	341	28.4
2012	18.1	18.4	23.3	27.1	33.3	40.7	43	42.4	35.9	30	23.6	18.4	352.2	29.3
2013	18.1	18.1	23.6	28.4	32.1	36.4	40.3	35.5	32.1	22.5	18.1	18.1	323.3	26.9
2014	18	20.7	21.9	29.3	32.9	36.9	40.8	41.2	37.2	32	24.1	18.3	353.3	29.4
2015	17.9	17.7	22.8	28.6	34.9	37.3	40.9	40.1	34.9	28.8	23.4	19.2	346.5	28.9
2016	19.6	20.8	23.3	29	32.9	38	40.6	39.1	34.6	31.7	22.6	19.2	351.4	29.3
2017	16.2	21.6	25.3	27.8	34.7	38.5	41.5	40.9	34.3	28.8	22.1	17.5	349.2	29.1
2018	19.2	17.6	22.9	28.3	30.8	36.9	43.5	37.8	36.5	27.6	22	19.9	343	28.6
Moy	17.5	19.1	23.7	28	33.2	38.2	41.2	39.6	33.9	27.5	21.1	17.9	340.9	28.4

Annexe02 : tableau de température moyenne mensuelle (1998-2018)

Station : BISKRA

(1998 / 2018)

Température Moyenne Mensuelle sous Abri (en °C)

Année	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillie	Aout	Sept	Octob	Nove	Décem	Total	Moy
1998	12.1	14	16.8	21.4	24.6	31.3	34.1	33.7	30.1	21.1	11.1	11.1	261.4	21.8
1999	11.7	12.2	16.8	21.8	29.1	33.8	34.1	36.3	30.3	15.9	11.5	11.5	265	22.1
2000	9.4	13.7	17.7	22.2	28.7	30.6	34.2	33.1	29.1	21.8	16.9	13.1	270.5	22.5
2001	11.6	13.3	21	21.1	32.5	35.9	34.1	30	17.1	11	11	11	249.6	20.8
2002	10.6	14.6	19	21.4	26.3	31.8	34.2	33.2	28.8	22.9	17	13.9	273.7	22.8
2003	11.8	11.9	21.4	26.9	32.4	36.4	34.4	28.9	24.3	17.4	11.9	11.9	269.6	22.5
2004	12.8	14.9	17.3	19.7	23	30.2	33.3	34.7	28.4	24.5	15.6	12.4	266.8	22.2
2005	10	10.8	17.8	21.8	27.9	31.7	35.9	33.7	28.5	24	16.8	10.8	269.7	22.5
2006	10	12	17.7	23.2	28.5	31.6	34.4	33.9	27.4	24.7	17	13	273.4	22.8
2007	12.2	15.4	16.5	20.4	26.7	33.1	33.7	34.2	29.2	24	15.9	12.6	273.9	22.8
2008	12.2	13.8	17.8	22.5	26.6	30.8	36.2	34.4	29.5	22.4	15.3	10.9	272.4	22.7
2009	11.9	12.1	16	18.5	26.2	32	35.9	34.8	27.1	22.9	16.8	13.2	267.4	22.3
2010	12.6	14.5	18.3	22	24.3	31	35.1	34.4	28.7	22.4	16.6	12.4	272.3	22.7
2011	12.1	13.1	15.9	22	24.9	29.8	34.8	34.1	30.4	22.3	17.4	13.3	270.1	22.5
2012	11.9	10.5	17	21.2	26.8	34.2	36.3	35.6	29.6	24.4	18	13	278.5	23.2
2013	12.7	12.1	18.2	22	25.9	30	34.3	29.6	26.1	17.3	12.1	12.1	252.4	21
2014	12.7	14.9	16.3	22.7	26.9	30.6	34.5	34.9	31.1	25.2	18.5	12.8	281.1	23.4
2015	11.8	12.3	16.5	22.4	28	31.2	34.4	34.3	29.4	23.5	17.6	12.2	273.6	22.8
2016	13.2	15.1	17.3	22.9	26.7	31.9	34.6	33.1	29	25.6	17.1	14.1	280.6	23.4
2017	10.9	15.4	19.1	21.7	28.6	32.4	35	34.4	28	22.5	16	12	276	23
2018	13.7	12.2	17.4	22.2	24.9	30.7	37.1	31.8	30.3	22.1	16.4	13.2	272	22.7
Moy	11.8	13.3	17.7	21.9	27.1	32	34.8	33.5	28.2	21.8	15.5	12.4	270	22.5

Annexe03 : tableau de température minimale moyenne (1998-2018)

Station : BISKRA

(1998 / 2018)

Température Minimale Moyenne sous Abri (en °C)

Année	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillie	Aout	Sept	Octob	Nove	Décem	Total	Moy
1998	7.2	8.7	10.3	15.2	18.7	24.4	27.2	27.6	24.8	15.6	6	6	191.7	16
1999	7.8	6.9	10.7	15.1	22.3	26.7	27.5	29.8	24.3	11.8	7.6	7.6	198.1	16.5
2000	4.2	7.4	11.3	16	22	24	27.4	25.8	22.9	16.6	11.9	7.9	197.4	16.5
2001	6.6	7.7	14.3	14.7	25.5	29.2	27.8	24.5	12.5	6.9	6.9	6.9	183.5	15.3
2002	5	8.3	12.6	15.1	19.7	24.7	27.5	27.2	23	17.1	12.8	9.5	202.5	16.9
2003	7.8	7.1	15.5	20.6	25.4	29.3	27.8	23.5	19.8	12.8	7.7	7.7	205	17.1
2004	7.8	9.1	11.7	14.5	17.5	23.3	26.6	28.5	22.2	18.7	10.6	8.6	199.1	16.6
2005	4.9	6	12.1	15.8	20.9	25.6	29.1	27.2	22.9	18.6	11.8	6.7	201.6	16.8
2006	5.7	7.4	11.7	17	22.2	24.8	27.9	27.7	21.3	18.2	12.1	9.3	205.3	17.1
2007	6.5	10.4	10.7	14.5	19.7	25.9	26.8	27.9	23.4	19.1	10.9	8	203.8	17
2008	6.4	7.9	11.8	15.6	20.8	24.1	29.7	28.1	23.9	18	10.6	6.8	203.7	17
2009	8.3	6.5	9.7	12.8	19.2	25	28.6	28.4	21.6	17.1	11.1	8	196.3	16.4
2010	7.2	8.9	12.8	15.8	18.3	24.5	28.4	28.1	23.2	16.7	12	7.5	203.4	16.9
2011	6.9	7.9	10.5	15	18.9	23.4	28.2	27.5	24.6	16.7	12.8	8.8	201.2	16.8
2012	6.3	5.2	10.9	15.4	19.7	27.3	29.3	28.8	23	19.1	13	8.3	206.3	17.2
2013	7.9	6.5	12.8	15.8	19.3	22.7	27.7	24.1	20.2	12.7	7.1	7.1	183.9	15.3
2014	7.9	9.3	10.7	16	20.1	23.4	27.6	28.2	25	19.1	13.3	8	208.6	17.4
2015	6	7.4	10.7	15.9	20.5	24.3	27.3	28.3	23.8	18.5	12.7	6.6	202	16.8
2016	7.3	9.4	11.5	16.2	20.2	25.1	28.1	26.8	23.4	19.9	12.2	9.9	210	17.5
2017	5.9	9.5	12.7	15.5	21.9	25.6	28.2	27.7	22.4	16.7	10.8	6.9	203.8	17
2018	9	7.5	12.4	16.3	19.5	23.9	30.5	26.3	24.9	17.6	11.8	7.7	207.4	17.3
Moy	6.8	7.9	11.8	15.7	20.6	25.1	28.1	27.2	22.5	16.5	10.7	7.8	200.7	16.7

Annexe04 : tableau de précipitation mensuel en mm (1998-2018)

Station : BISKRA

(1998 / 2018)

Pluviométrie (Cumul Mensuel en mm)

Année	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillie	Aout	Sept	Octob	Nove	Décem	Total	Moy
1998	0,4	15	1,2	46,1	9,6	12,4	0	1,1	2,2	3,4	1,4	1,4	94,2	7,9
1999	66,8	1,8	0,3	3,3	7,6	5,2	0	4,2	8,8	44,3	35,7	35,7	213,7	17,8
2000	0	0	2,5	5,1	15,8	0	0	0	27,4	4,4	1,4	7,7	64,3	5,4
2001	38,3	0,4	0	0	0	0,1	9,2	2,3	19,6	14,9	14,9	14,9	114,6	9,6
2002	0,5	0,1	0,7	1,9	0,9	3,3	2,5	4,8	0,6	11,9	18,8	1	47	3,9
2003	76,8	1,5	4,5	2,9	2,1	0,1	0	6,5	40,7	4,6	13,1	13,1	165,9	13,8
2004	1,5	0,6	91,1	67,9	49,8	1,6	0	3,2	4	6	32,6	36,7	295	24,6
2005	0	18	3,5	0	0	2,5	2,6	0,2	7,2	0,7	15,7	6,6	57	4,8
2006	53,7	29	1	13,5	11,5	0,2	0	0,7	16,2	9	28,4	9,8	173	14,4
2007	0	2,9	10,9	22,1	1,5	0,4	0	0,1	36,1	3	0,1	2,2	79,3	6,6
2008	4,1	0,5	1,4	0	21,1	0	0	0,5	18,1	40	0	32,7	118,4	9,9
2009	48,9	11,4	16,2	11,5	15,7	0	4	0	47,7	0	0,3	13,8	169,5	14,1
2010	15,9	17,5	24,7	22,6	5,7	23,6	0	3,7	10,7	16,3	44,8	0,3	185,8	15,5
2011	6,8	0,2	37,6	39,4	55,4	0,6	1,3	0	28,7	79,9	2,4	0	252,3	21
2012	0,2	1,3	6,3	4,8	0	0	0,6	0,2	3,7	12,4	23,5	1,5	54,5	4,5
2013	14,7	1,9	17,4	25,3	1,1	19,5	0	2,7	34,5	0	15	15	147,1	12,3
2014	8,2	3,2	16	0	2,1	4	0	0	7,6	0,8	2,7	0,7	45,3	3,8
2015	3,3	18,3	18,6	0	1,6	0,3	0	3,8	22,4	34,6	3,8	0	106,7	8,9
2016	0	0,7	3,3	65	19	0	0	4,5	30,4	1,5	23	6,2	153,6	12,8
2017	3,4	0,1	4,5	13,6	0,6	2,8	1,4	0	9,4	10,2	0,4	3,7	50,1	4,2
2018	0,2	8	12,9	0,4	49,4	0	0	2,4	16,9	36,8	1,2	0,3	128,5	10,7
Moy	16,4	6,3	13,1	16,4	12,9	3,6	1	1,9	18,7	15,9	13,3	9,7	129,2	10,8

Annexe05 :tableau de vitesse du vent moyen mensuel en m/s (1998-2018)

Station : BISKRA

(1998 / 2018)

Vent Moyen Mensuel (en m/s)

Année	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillie	Aout	Sept	Octob	Nove	Décem	Total	Moy
1998	4,8	4,3	5	7,2	6,4	5	4,2	4,3	5,7	4,8	4,3	4,3	60,3	5
1999	5	6,1	5,5	6,3	5,8	4,9	5,5	3,9	5,1	4,7	4,9	4,9	62,6	5,2
2000	3,5	3,8	4,3	7,6	6	5	4,5	3,3	4,1	5,3	5,1	4,1	56,6	4,7
2001	5,1	5,4	6,5	6	5,2	5,5	4,6	5,2	4,1	3	3	3	56,6	4,7
2002	3	4,2	6,3	6,5	7,3	8,1	3	4,6	4	3	5,4	4,7	60,1	5
2003	5,6	4,9	6	5,2	2,8	3	3	3,8	4	3,8	5,3	5,3	52,7	4,4
2004	4,7	3,3	4,7	5,8	5,2	3	2,7	3,5	3,3	2,9	3,4	4,2	46,7	3,9
2005	4,5	3,9	4,1	5,2	3,7	3,9	3,5	3,4	3,4	2,1	3,7	3	44,4	3,7
2006	4,2	4,1	5,6	5,1	4,2	5,3	4	4,1	4,2	3,4	3,1	3,8	51,1	4,3
2007	2,8	5,5	6	4,9	6,1	5	3,6	3,8	4,3	4,8	4,5	5,1	56,4	4,7
2008	2,8	2,5	5,2	5,4	6,8	4,5	4,5	3,5	3,8	3,2	4,1	3,4	49,7	4,1
2009	4,4	4,6	4	5,4	4	3,7	3	3,4	3,3	3,6	3,3	3,5	46,2	3,8
2010	4,4	4,7	4,9	3,9	5,2	4,6	2,8	2,9	2,9	3,3	3,8	3,2	46,6	3,9
2011	2,6	5	4,2	3,9	3,6	3,3	3,6	3,2	3,2	2,6	3,4	3,3	41,9	3,5
2012	3,4	4,4	3,2	5,8	3,3	3	3	2	2,4	2,8	2,1	3,2	38,6	3,2
2013	3,7	4,3	4,8	3,8	4,7	3,5	1,3	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	26,1	3,7
2014	-9999	2,5	4,3	4	4,1	4,3	3,9	2,7	3	2,6	-9999	-9999	31,4	3,5
2015	6,4	5,6	5,5	3,1	4,4	4,2	3,3	3,4	3,3	3,8	2,9	1,2	47,1	3,9
2016	2,6	4,1	6,1	4,6	5,2	4,1	3,4	3	3,6	2,9	3,8	3,1	46,5	3,9
2017	4,8	4,5	4,9	3,7	3,7	4	3,8	3,2	3,3	2,6	4,1	4,1	46,7	3,9
2018	5	4,7	6,2	5,4	4,9	4,6	3,9	3,2	3,1	4,1	4,3	3	52,4	4,4
Moy	4,2	4,4	5,1	5,2	4,9	4,4	3,6	3,5	3,7	3,5	3,9	3,7	50,1	4,2

Annexe06 : tableau d'humidité moyenne mensuelle en %(1998-2018)

Station : BISKRA

(1998 / 2018)

Humidité Moyenne Mensuelle (en %)

Année	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillie	Aout	Sept	Octob	Nove	Décem	Total	Moy
1998	57,9	56,8	38,4	36	37,4	28,5	23,5	29,2	36,9	42,1	50,3	50,3	487,3	40,6
1999	66,2	48,2	40,9	29,5	25,4	24,5	26,9	24,4	37,8	56,6	67,7	67,7	515,8	43
2000	61,4	43,1	38,6	34,8	34,8	29,9	25,3	27,5	37	49,7	50,1	54,5	486,7	40,6
2001	57,8	42,9	33,8	33,3	24,4	23,7	30,4	42,6	54,8	65,4	65,4	65,4	539,9	45
2002	58,5	42,6	36,4	35,4	29	25,5	27,5	31	36,5	45,6	55	57,9	480,8	40,1
2003	62,7	52,2	39,4	35,3	29,4	21,8	27,5	40,8	54,5	58,6	61,7	61,7	545,6	45,5
2004	56,2	47,5	48,7	46,9	43,4	33,1	29,1	32	37,7	42,7	59,7	67,8	544,8	45,4
2005	53,8	51,2	41,2	32,8	27,5	29,3	25	29,4	45,7	51,1	54,4	66,5	507,9	42,3
2006	60	62,2	44,1	36,6	34,2	23,9	28	29,7	41,4	41,7	59,5	65,6	526,9	43,9
2007	57,4	50,2	42,8	50	32,5	22,5	26,6	28,7	42,6	43,4	45,4	48,7	490,8	40,9
2008	52,3	46,2	39,1	30,8	33,5	29,7	23,9	30,9	40,1	61,2	59,9	70,5	518,1	43,2
2009	67,7	52,7	49,4	44,7	32,2	25,9	24,8	26,8	52,1	46,6	47,5	62	532,4	44,4
2010	57,2	54,1	46,5	48,9	35,7	34	27,7	33,1	40,7	45,8	59,1	49,6	532,4	44,4
2011	57,1	48,8	53	48,4	44,6	36,9	28,2	32,5	38,7	49,6	56,9	56,5	551,2	45,9
2012	50,9	48,3	42,3	39,4	31,4	23,7	23,3	25,1	31,9	42,2	59,5	54,8	472,8	39,4
2013	54,2	46,7	43,2	36,1	32,1	28,6	28,6	41,6	47	45	59,7	59,7	522,5	43,5
2014	59,3	49,2	48,5	36,5	34,4	29,9	27,1	30,1	38,2	36,9	51,6	60,3	502	41,8
2015	57,3	57,1	46,1	37,9	31,6	29,3	27,4	33,9	46,2	53,5	55,5	63,1	538,9	44,9
2016	55,2	48,5	39,2	46,5	35,4	35	28,9	34,2	46,1	44,6	60,3	66,8	540,7	45,1
2017	59,6	48,4	37	42,5	33,6	31,5	29,4	32,1	43,8	49,2	48,2	55,5	510,8	42,6
2018	53,2	56,9	46,2	42,3	47	35,2	26,1	42,7	44,2	55,7	59,2	60,8	569,5	47,5
Moy	57,9	50,2	42,6	39,3	33,8	28,7	26,9	32,3	42,6	48,9	56,5	60,3	520	43,3

Annexe07 : tableau d'insolation total mensuel en heure (1998-2018)

Station : BISKRA

(1998 / 2018)

Insolation Total Mensuel (en heure)

Année	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillie	Aout	Sept	Octob	Nove	Décem	Total	Moy
1998	229.6	244.3	303.5	297.	339.5	355.5	397.2	342.1	273.1	277.5	260.6	260.6	3580.	298.4
1999	194.5	245.1	300.7	328.	329.6	298.9	359.8	306.3	292.2	202.3	197.2	197.2	3251.	271
2000	273.2	280.4	276.5	305.	312	371.9	369.7	366	265.6	258.8	233.8	231.1	3544.	295.4
2001	221.1	264.1	290.4	319.	362.3	325.9	331.1	263.9	215.8	224.5	224.5	224.5	3267.	272.3
2002	246.3	263.3	292.8	280.	326.3	364.1	319.2	283.6	282.7	280.7	204.1	239	3382.	281.8
2003	196.2	226.2	281.7	310	366.4	349.6	349.9	260.3	195.6	209.1	219	219	3183	265.2
2004	258.9	251.1	260.2	300.	332.9	332.3	381.2	317.9	291.4	237.5	229.8	193.3	3386.	282.2
2005	275.8	212.8	243.7	266.	347	319.1	341.3	344.4	261.5	247.6	218.4	197.2	3274.	272.9
2006	195	210.8	306.9	282.	266.7	331	370.5	357.3	286.2	284	236.8	171.7	3301.	275.1
2007	245.4	216.9	271.6	241.	338	345.1	389.7	310.5	249.7	244.6	258.4	217.9	3329.	277.5
2008	259.3	229	288.6	295.	289.5	353.2	348	340.3	226.6	202.7	228.3	198.5	3259.	271.6
2009	175.4	243.3	293	294	360.1	361.8	362.9	331.1	255.6	309.7	259.9	222.2	3469	289.1
2010	239.4	190.1	234.7	273.	313	330	367.5	333.1	273.7	269.9	223.5	211.2	3259.	271.6
2011	217.8	225.3	254.1	283.	313.4	336	358.8	353.2	260.5	275.7	222.3	230.9	3331.	277.7
2012	245.2	256.8	241	283.	349.8	272	355.9	330.3	257.5	244.6	219.4	252.7	3308.	275.7
2013	225.5	224.3	233.8	267	335.7	348.1	351.2	223.1	275.7	235.3	194.5	194.5	3108.	259.1
2014	222.5	226.6	236	309.	326.3	308.9	295	293.4	227.9	270.1	184.2	211.6	3111.	259.3
2015	211.7	170.7	264.6	285.	344.9	327.6	403.9	305.6	254.3	258.7	248.2	229.6	3305.	275.4
2016	243.2	224.9	275.7	265.	309.5	341.5	369	358	272.5	261.8	228.3	184.3	3334.	277.9
2017	227.1	203.2	291.5	258.	307.4	343.4	377	343.2	289.7	291.4	223.7	232.2	3388.	282.4
2018	226.6	201.4	208	253.	300.7	361.5	315.5	309.5	257.8	238	221.9	258	3152.	262.7
Moy	230	229.1	269	285.	327.3	337	357.8	317.8	260.3	253.5	225.6	218	3311.	275.9

Annexe 8 : tableau de l'ETP mensuelle et des besoins en eau ETM mensuelle (mm/j/ha) de l'année 2018 calculée par logiciel

2018	ETP	Kc	ETM
JANV	3,59	0,7	76,3
FEV	3,31	0,78	72,6
MAR	5,66	0,92333333	161,6
AVR	7,31	1	244
MAIS	7,76	1	244
JUI	10,18	1	304,8
JUILL	11,36	1	350,1
AOUT	8,28	1	258,5
SEP	7,1	0,96333333	202,4
OCT	5,03	0,88333333	139,4
NOV	3,57	0,7	75,8
DEC	2,48	0,7	55,8
MOY	6,30		2185,3

Annexe9 : Tableau de l'importation des pluies de l'année 2018 par Cropwat 8.0

	Pluie mm	Pluie eff. mm
Janvier	0.2	0.2
Février	8.0	7.9
Mars	12.9	12.6
Avril	0.4	0.4
Mai	49.4	45.5
Juin	0.0	0.0
Juillet	0.0	0.0
Août	2.4	2.4
Septembre	16.9	16.4
Octobre	36.8	34.6
Novembre	1.2	1.2
Décembre	0.3	0.3
Total	128.5	121.6

Annexe10 :tableau de l'ETP et (mm/j/ha) mensuelle de 20 ans (1998-2018) calculée par logiciel

	JANV	FEV	MAR	AVR	MAIS	JUI	JUILL	AOOUT	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTA	MOY
1998	2,98	3,54	5,9	8,5	9,33	11,12	11,64	10,8	9,75	6,3	3,36	3,06	86,28	7,19
1999	2,53	4,17	5,86	8,81	11,32	11,84	12,71	11	9,46	4,13	2,52	2,33	86,68	7,22
2000	2,34	4,03	5,59	9	10,37	11,01	11,77	9,74	8,15	5,91	4,47	3,14	85,52	7,13
2001	3,03	4,53	7,88	8,18	11,95	13,44	11,48	9,36	4,76	2,64	2,18	1,98	81,41	6,78
2002	2,39	4,37	7,1	8,28	11,14	14,5	9,47	10,54	8,13	5,15	4,15	3,16	88,38	7,37
2003	2,81	3,48	7,17	9,03	8,86	10,37	9,88	8,1	5,73	4,01	2,97	2,77	75,18	6,27
2004	3,22	3,75	5,1	6,61	7,8	8,46	9,15	9,76	7,37	5,36	3,12	2,28	71,98	6,00
2005	2,96	3,11	5,23	7,69	9,04	9,95	10,74	9,82	6,86	4,28	3,65	2,01	75,34	6,28
2006	2,49	2,86	5,93	7,79	8,87	11,92	11,09	10,7	7,62	5,93	3,23	2,39	80,82	6,73
2007	2,51	4,44	5,82	5,94	10,2	12,19	10,57	10,14	7,88	6,51	4,4	3,6	84,2	7,02
2008	2,65	3,15	6,08	8,38	10,41	10,41	12,24	9,91	7,62	4,2	3,29	1,91	80,25	6,69
2009	2,35	3,51	4,76	6,33	8,68	10,18	10,15	10,03	6,24	5,53	3,89	2,57	74,22	6,18
2010	3,03	3,75	5,38	6,1	8,61	10,24	9,59	9,04	6,85	5,23	3,39	2,81	74,02	6,17
2011	2,4	4,01	4,38	6,18	7,1	8,5	10,56	9,46	7,52	4,6	3,38	2,72	70,81	5,90
2012	2,95	3,5	4,6	7,54	8,16	9,28	10,28	8,15	6,73	5,25	2,8	2,69	71,93	5,99
2013	2,94	3,71	5,48	6,77	9,11	9,27	7,12	6,54	6,03	4,08	2,36	1,97	65,38	5,45
2014	3,08	3,18	4,7	7,19	8,65	10	10,53	8,66	7,24	5,54	3,29	2,08	74,14	6,18
2015	3,51	3,5	5,45	6,21	9,49	10,2	10,4	9,34	6,92	5,25	3,37	1,59	75,23	6,27
2016	2,56	4	6,31	6,75	9,33	9,93	10,27	8,96	7,14	5,45	3,44	2,23	76,37	6,36
2017	2,74	4,2	6,35	6,22	8,53	10,22	10,96	9,53	7,08	4,73	4,07	2,91	77,54	6,46
2018	3,59	3,31	5,66	7,31	7,76	10,18	11,36	8,28	7,1	5,03	3,57	2,48	75,63	6,30
moy	2,953	3,905	6,0365	7,7405	9,7355	11,1605	11,098	9,893	7,609	5,2555	3,545	2,634	81,5655	6,80

Annexe11 :tableau de l'ETP et l'ETM (mm/j/ha) moyenne annuelle de période (1998-2018) calculée par logiciel

MOY	ETP	Kc	ETM
JANV	2,953	0,7	63,4
FEV	3,905	0,79333333	81,9
MAR	6,0365	0,97	164,1
AVR	7,7405	1,06	224,1
MAIS	9,7355	1,06	288,3
JUI	11,1605	1,06	317,4
JUILL	11,098	1,06	328,3
AOOUT	9,893	1,06	293,7
SEP	7,609	1,03	210,8
OCT	5,2555	0,97	140,9
NOV	3,545	0,7	73,4
DEC	2,634	0,7	56,9
TOTA	81,5655		2243,2

Annexe12 : Tableau de l'importation des pluies moyenne durant (1998-2018)par Cropwat

	Pluie mm	Pluie eff. mm
Janvier	16.4	16.0
Février	6.3	6.2
Mars	13.1	12.8
Avril	16.4	16.0
Mai	12.9	12.6
Juin	3.6	3.6
Juillet	1.0	1.0
Août	1.9	1.9
Septembre	18.7	18.1
Octobre	15.9	15.5
Novembre	13.3	13.0
Décembre	9.7	9.5
Total	129.2	126.3

Annexe 13 : Tableau del'ETP (mm) mensuelle durant la période de 20ans

(1998-2018) et l'année en cours par Turc

ETP	JANV	FEVR.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUIL.	AOÛT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	MOY	totale
1998	52,79	64,96	113,01	140,44	169,86	191,99	208,57	182,58	140,21	105,39	62,13	56,85	125,59	1488,79
1999	41,33	67,25	112,51	149,47	177,27	179,42	197,24	175,15	209,87	71,51	41,66	37,92	120,57	1460,58
2000	47,32	76,65	110,08	144,85	171,39	196,38	200,08	188,83	136,09	102,84	73,56	52,88	126,62	1500,93
2001	50,90	72,96	121,99	145,23	194,32	191,50	187,90	152,21	92,33	53,49	44,93	41,13	117,04	1348,90
2002	50,23	76,58	117,93	135,93	170,46	196,24	184,07	162,56	140,66	109,53	64,33	54,91	123,82	1463,42
2003	44,23	61,19	121,25	157,06	195,44	199,08	195,09	149,67	102,66	73,64	49,46	45,21	119,71	1393,99
2004	59,56	75,60	105,84	136,71	163,76	183,34	202,42	176,17	142,50	102,91	60,64	38,82	123,08	1448,25
2005	55,87	57,30	103,07	133,55	180,33	181,70	194,21	183,24	134,49	102,83	76,44	37,42	122,02	1440,44
2006	42,08	50,78	116,83	141,00	157,14	185,42	200,44	187,57	138,86	114,58	64,28	39,43	122,66	1438,40
2007	55,39	70,80	105,52	123,28	175,08	192,79	205,83	172,72	132,44	103,88	75,50	56,02	122,66	1469,24
2008	61,56	68,86	112,96	142,75	159,50	190,99	196,72	182,39	125,90	77,20	59,45	34,81	121,29	1413,09
2009	38,66	63,98	108,92	131,39	179,99	196,63	200,98	180,35	126,38	116,49	78,02	47,97	125,02	1469,76
2010	55,77	60,75	102,26	135,76	161,36	184,27	200,99	180,38	137,97	106,85	61,79	54,67	121,29	1442,81
2011	52,32	66,58	95,90	138,04	162,85	183,80	198,46	186,57	137,46	107,23	65,45	53,96	122,59	1448,62
2012	60,30	63,20	100,39	135,96	178,39	171,39	200,28	181,57	134,33	104,54	63,28	57,22	122,92	1450,85
2013	57,03	63,77	102,01	134,05	171,94	187,41	194,92	138,79	134,02	88,35	49,05	44,62	114,71	1365,94
2014	52,22	71,17	97,90	147,30	171,85	176,41	176,53	169,09	128,77	111,83	66,74	47,44	119,83	1417,26
2015	50,29	50,99	104,01	140,20	179,30	183,36	212,47	172,21	134,02	100,67	71,55	45,79	122,66	1444,87
2016	53,42	71,65	108,92	135,64	165,86	189,25	200,79	186,19	137,83	110,67	62,30	41,66	124,51	1470,16
2017	48,40	68,75	117,13	131,03	169,29	190,19	204,85	183,73	141,17	111,65	69,78	51,83	124,25	1487,79
2018	60,28	54,51	94,26	130,53	159,26	192,72	187,19	168,84	136,66	90,79	61,33	53,14	118,98	1389,52
MOY	54,35	70,51	113,43	145,05	180,28	196,79	206,88	182,37	142,65	106,42	66,07	49,29	127,52	1514,09

Annexe 14: tableau de l'ETP et l'ETM mensuelle (mm/j/ha) de l'année 2018 calculée par

Turc

	ETP	Kc	ETM
JANV	60,27574	0,7	42,19302
FÉVR.	54,51328	0,78	42,52036
MARS	94,26074	0,923333	87,03408
AVR.	130,5265	1	130,5265
MAI	159,2602	1	159,2602
JUIN	192,7181	1	192,7181
JUIL.	187,1948	1	187,1948
AOÛT	168,839	1	168,839
SEPT.	136,6644	0,963333	131,6533
OCT.	90,78833	0,883333	80,19636
NOV.	61,33331	0,7	42,93332
DÉC.	53,14109	0,7	37,19876
totale	1389,515		1302,268

Annexe17: Tableaux des valeurs des besoins mensuels annuels ETM (mm/j/ha) et besoin moyenne annuelle en eau durant (1998-2018) du palmier dattier estimés par Cropwat 8.0

1998				1999				2000				2001			
ETP	Kc	ETM		ETP	Kc	ETM	ET	ETP	Kc	ETM		ETP	Kc	ETM	
JANV	2,98	0,7	66,4	JANV	2,53	0,7	57	JANV	2,34	0,7	75,9	JANV	3,03	0,7	67,2
FEV	3,54	0,79333	78,9	FEV	4,17	0,79333	92	FEV	4,03	0,79	112,8	FEV	4,83	0,79	100,4
MAR	5,9	0,97	180,2	MAR	5,86	0,97	180,2	MAR	5,89	0,96667	179,6	MAR	7,88	0,96333	236,1
AVR	8,5	1,06	249,6	AVR	8,81	1,06	279,3	AVR	9	1,06	273,3	AVR	8,18	1,06	281,6
MAIS	9,33	1,06	308,9	MAIS	11,32	1,06	371,1	MAIS	10,37	1,06	323,5	MAIS	11,95	1,06	388,6
JUI	11,12	1,06	282,7	JUI	11,84	1,06	276,7	JUI	11,91	1,06	284,1	JUI	13,44	1,06	423,4
JUILL	11,64	1,06	281	JUILL	12,71	1,06	486,7	JUILL	11,77	1,06	282,5	JUILL	11,48	1,06	374,3
AOUT	10,8	1,06	254,5	AOUT	11	1,06	262,5	AOUT	9,74	1,06	212	AOUT	9,36	1,06	303,5
SEP	9,78	1,03	200,9	SEP	9,46	1,02333	290	SEP	8,19	1,02333	174	SEP	4,76	1,03	144,0
OCT	6,3	0,87	190,3	OCT	4,13	0,94667	121,6	OCT	5,81	0,94667	189,5	OCT	2,44	0,99	72,5
NOV	3,36	0,7	71,9	NOV	2,82	0,7	54,5	NOV	4,47	0,7	134,9	NOV	2,18	0,7	46,3
DEC	3,06	0,7	66,9	DEC	2,22	0,7	71,6	DEC	2,44	0,7	101	DEC	1,17	0,7	31,5
MOY	7,19		242,5	MOY	7,23333		288,2	MOY	7,12667			MOY	6,78417		2463,9

2002				2003				2004				2005			
ETP	Kc	ETM		ETP	Kc	ETM		ETP	Kc	ETM		ETP	Kc	ETM	
JANV	2,39	0,7	53,7	JANV	2,81	0,7	62,7	JANV	3,22	0,7	69,2	JANV	2,96	0,7	62,4
FEV	4,37	0,79	98,2	FEV	3,48	0,76667	74,2	FEV	3,78	0,77333	92,4	FEV	3,11	0,77667	68
MAR	7,1	0,96333	216,9	MAR	7,17	0,93333	199,4	MAR	5,1	0,91	145,6	MAR	5,23	0,91	180,3
AVR	8,23	1,06	271,9	AVR	9,02	0,96	256,3	AVR	6,61	0,98	194	AVR	7,69	0,99	226,3
MAIS	11,14	1,06	379,7	MAIS	8,46	0,96	245,2	MAIS	7,5	0,98	236,3	MAIS	9,04	0,99	275,4
JUI	14,8	1,06	472	JUI	10,37	0,96	297,6	JUI	8,46	0,98	249,5	JUI	9,95	0,99	294,2
JUILL	9,47	1,06	321,9	JUILL	9,85	0,96	292,5	JUILL	9,15	0,98	275,9	JUILL	10,74	0,99	327,3
AOUT	10,54	1,06	283,3	AOUT	8,1	0,96	239,2	AOUT	9,76	0,98	282,9	AOUT	9,82	0,99	287,5
SEP	8,13	1	249,9	SEP	5,73	0,93	162,6	SEP	7,37	0,94667	210,9	SEP	6,26	0,94	195,2
OCT	5,18	0,89	147,4	OCT	4,01	0,87	110,2	OCT	5,26	0,87667	144,5	OCT	4,28	0,88	114
NOV	4,18	0,7	114,3	NOV	2,87	0,7	62,7	NOV	3,15	0,7	87,1	NOV	2,68	0,7	76
DEC	3,16	0,7	69,3	DEC	2,77	0,7	60,7	DEC	2,23	0,7	50,5	DEC	2,01	0,7	44,9
MOY	7,368		2721,9	MOY	6,268		2087,9	MOY	6,00		2022,1	MOY	6,28		2122

2006				2007				2008				2009			
ETP	Kc	ETM		ETP	Kc	ETM		ETP	Kc	ETM		ETP	Kc	ETM	
JANV	2,49	0,7	54,7	JANV	2,51	0,7	55,2	JANV	2,65	0,7	57	JANV	2,38	0,7	52,9
FEV	2,86	0,79	63	FEV	4,44	0,78667	95,3	FEV	3,15	0,78667	69,3	FEV	3,11	0,77667	75,6
MAR	5,93	0,93333	172,3	MAR	5,92	0,93333	169,3	MAR	6,08	0,98	179,3	MAR	4,76	0,93333	136,9
AVR	7,79	1,02	235,2	AVR	5,94	1,02	189	AVR	8,33	1,04	260,3	AVR	6,33	0,99	190,4
MAIS	8,87	1,02	282,7	MAIS	10,2	1,02	322,5	MAIS	10,41	1,04	332,2	MAIS	8,68	0,99	263,9
JUI	11,92	1,02	362,2	JUI	12,19	1,02	372,3	JUI	10,41	1,04	325,7	JUI	10,10	0,99	299,4
JUILL	11,09	1,02	351,3	JUILL	10,57	1,02	339	JUILL	12,24	1,04	369,5	JUILL	10,18	0,99	310,9
AOUT	10,7	1,02	294,6	AOUT	10,14	1,02	320,3	AOUT	9,91	1,04	318,5	AOUT	10,03	0,99	303,8
SEP	7,62	0,93333	227,3	SEP	7,88	0,99	237,3	SEP	7,62	0,93333	224,4	SEP	6,24	0,93333	179,6
OCT	5,93	0,91333	166,4	OCT	6,51	0,92667	184,1	OCT	4,2	0,87667	115,6	OCT	5,82	0,83333	180,3
NOV	3,23	0,7	68,9	NOV	4,4	0,7	93,9	NOV	3,29	0,7	67,9	NOV	3,99	0,7	82,6
DEC	2,29	0,7	62,3	DEC	3,4	0,7	72,3	DEC	1,91	0,7	42,3	DEC	2,87	0,7	64,5
MOY	6,73		2271,3	MOY	7,02		2451,4	MOY	6,69		234,4	MOY	6,18		2102,3

2010				2011				2012				2013			
ETP	Kc	ETM		ETP	Kc	ETM		ETP	Kc	ETM		ETP	Kc	ETM	
JANV	3,02	0,7	67,1	JANV	2,4	0,7	52,6	JANV	2,95	0,7	64,7	JANV	2,94	0,7	63,5
FEV	5,99	0,77667	170,3	FEV	4,91	0,76667	141,3	FEV	3,8	0,76667	74,3	FEV	3,71	0,76	79,3
MAR	8,38	0,91	181,7	MAR	4,39	0,89333	124,3	MAR	4,6	0,89333	130,7	MAR	5,48	0,88	149,3
AVR	6,1	0,93	181	AVR	6,18	0,91	175,9	AVR	7,84	0,96	217,4	AVR	6,77	0,94	192,3
MAIS	8,61	0,99	259,9	MAIS	7,1	0,96	214,2	MAIS	8,16	0,96	245,3	MAIS	9,11	0,98	264,3
JUI	10,24	0,98	299	JUI	8,9	0,96	248,1	JUI	9,28	0,96	261,1	JUI	9,27	0,94	261,9
JUILL	9,59	0,98	282,1	JUILL	10,56	0,96	314,4	JUILL	10,25	0,96	305,3	JUILL	7,12	0,94	210,7
AOUT	9,04	0,98	273,9	AOUT	9,46	0,96	279,8	AOUT	8,15	0,96	245,4	AOUT	6,84	0,94	181,6
SEP	6,58	0,94333	195,9	SEP	7,52	0,92667	208,9	SEP	6,75	0,92333	186,6	SEP	6,03	0,90667	162,3
OCT	5,23	0,86667	159,6	OCT	4,6	0,85667	128,3	OCT	5,28	0,84667	136,1	OCT	4,08	0,83667	106,1
NOV	3,59	0,7	72,8	NOV	3,38	0,7	72,3	NOV	2,8	0,7	59,3	NOV	2,36	0,7	51,1
DEC	2,01	0,7	62,9	DEC	2,13	0,7	59,3	DEC	2,69	0,7	59,3	DEC	1,87	0,7	44,5
MOY	6,17		2076,4	MOY	5,99		1985,7	MOY	5,99		1995,5	MOY	5,48		1777,3

2014				2015				2016				2017			
ETP	Kc	ETM		ETP	Kc	ETM		ETP	Kc	ETM		ETP	Kc	ETM	
JANV	2,98	0,7	64,0	JANV	2,58	0,7	75	JANV	2,86	0,7	56,5	JANV	2,7	0,7	60,5
FEV	5,18	0,77667	70	FEV	3,5	0,77333	76,2	FEV	4	0,77667	83,1	FEV	4,2	0,77	91,5
MAR	4,7	0,91	135,3	MAR	5,48	0,91	152,7	MAR	6,31	0,92	179	MAR	6,38	0,90333	175,9
AVR	7,19	0,99	211,6	AVR	6,24	0,93	183,3	AVR	6,75	0,99	203,4	AVR	6,22	0,98	193
MAIS	8,65	0,99	264,8	MAIS	9,49	0,98	256,7	MAIS	9,33	0,99	255,5	MAIS	8,52	0,98	252,2
JUI	10	0,99	293,1	JUI	10,2	0,99	297,3	JUI	9,92	0,99	294,9	JUI	10,22	0,98	298,2
JUILL	10,53	0,99	329,4	JUILL	10,4	0,98	313,5	JUILL	10,27	0,99	316,3	JUILL	10,96	0,98	328,5
AOUT	8,64	0,99	255,7	AOUT	9,34	0,98	280,8	AOUT	8,96	0,99	273,3	AOUT	8,02	0,98	256,3
SEP	7,24	0,94667	204,8	SEP	6,92	0,94333	198,6	SEP	7,14	0,93333	204,7	SEP	7,08	0,93667	199,9
OCT	5,84	0,86667	146,7	OCT	5,26	0,87333	141,6	OCT	5,48	0,87333	146,4	OCT	4,72	0,86667	127,4
NOV	3,59	0,7	69,8	NOV	3,37	0,7	71	NOV	3,44	0,7	74,2	NOV	4,07	0,7	84,2
DEC	2,08	0,7	47	DEC	1,99	0,7	53,1	DEC	2,23	0,7	50,4	DEC	2,91	0,7	63,4
MOY	6,18		2092,6	MOY	6,27		2112,3	MOY	6,26		2171,5	MOY	6,46		2155,4

2018				MOY			
ETP	Kc	ETM		ETP	Kc	ETM	
JANV	3,59	0,7	76,3	JANV	2,953	0,7	63,4
FEV	5,21	0,78	72,6	FEV	3,908	0,79333	81,9
MAR	6,64	0,92333	161,6	MAR	6,0365	0,97	164,1
AVR	7,21	1	244	AVR	7,7408	1,06	224,1
MAIS	7,76	1	244	MAIS	9,7388	1,06	289,3
JUI	10,18	1	304,3	JUI	11,6098	1,06	317,4
JUILL	11,26	1	380,1	JUILL	11,093	1,06	328,3
AOUT	8,23	1	255,9	AOUT	8,993	1,06	293,7
SEP	7,1	0,96333	202,4	SEP	7,609	1,03	210,3

Annexe18: Tableaux des valeurs des besoins mensuels annuels ETM (mm/j/ha) et besoin moyenne annuelle en eau durant (1998-2018) du palmier dattier estimés par Turc

1998				1999				2000				2001			
ETP	Kc	ETM	mm/jour	ETP	Kc	ETM	mm/jour	ETP	Kc	ETM	mm/jour	ETP	Kc	ETM	mm/jour
JANV	52,3	0,7	37,0	JANV	41,3	0,7	28,9	JANV	47,3	0,7	33,1	JANV	50,9016	0,7	35,6312
FEBV	65,0	0,79233	51,5	FEBV	67,2	0,8	53,3	FEBV	76,7	0,8	60,4	FEBV	72,963	0,79	57,6407
MARS	115,0	0,97	109,5	MARS	112,5	1,0	109,1	MARS	110,1	1,0	106,4	MARS	121,987	0,96233	117,514
AVR	140,4	1,06	145,9	AVR	145,5	1,1	158,4	AVR	144,8	1,1	153,5	AVR	145,233	1,06	152,947
MAI	169,9	1,06	180,1	MAI	177,3	1,1	187,9	MAI	171,4	1,1	181,7	MAI	194,316	1,06	205,975
JUIN	195,0	1,06	205,5	JUIN	179,4	1,1	190,2	JUIN	196,4	1,1	206,2	JUIN	191,504	1,06	202,995
JUIL	206,5	1,06	221,1	JUIL	197,2	1,1	209,1	JUIL	200,1	1,1	212,1	JUIL	187,904	1,06	199,173
AOÛT	182,6	1,06	192,5	AOÛT	175,1	1,1	185,7	AOÛT	188,8	1,1	200,2	AOÛT	182,212	1,06	181,544
SEPT	140,2	1,03	144,4	SEPT	205,9	1,0	214,5	SEPT	136,1	1,0	139,3	SEPT	182,395	1,03	182,395
OCT	105,4	0,97	102,2	OCT	71,5	0,9	67,7	OCT	102,8	0,9	97,4	OCT	83,4864	0,99	87,6029
NOV	62,1	0,7	47,5	NOV	41,7	0,7	29,2	NOV	73,6	0,7	51,5	NOV	44,9328	0,7	31,453
DEC	65,1	0,7	49,2	DEC	37,9	0,7	26,5	DEC	82,9	0,7	57,0	DEC	41,1312	0,7	29,718
MOY	125,587		125,5	MOY	120,547	total	146,83	MOY	126,624		140,82	MOY	117,038		1234,4

2002				2003				2004				2005			
ETP	Kc	ETM	mm/jour												
JANV	50,2312	0,7	35,1619	JANV	44,2302	0,7	30,9612	JANV	59,5868	0,7	41,6898	JANV	55,8652	0,7	39,4057
FEBV	76,577	0,79	60,4959	FEBV	61,1949	0,76667	46,9161	FEBV	75,5962	0,77233	56,4612	FEBV	87,2988	0,77667	64,5023
MARS	117,934	0,96233	113,64	MARS	121,351	0,99233	105,718	MARS	105,325	0,91	96,3101	MARS	103,064	0,91	92,7804
AVR	135,925	1,06	144,081	AVR	157,06	0,96	150,775	AVR	136,708	0,98	132,974	AVR	145,233	1,06	152,413
MAI	170,46	1,06	180,627	MAI	195,429	0,96	187,621	MAI	162,776	0,98	160,489	MAI	180,329	0,99	175,524
JUIN	195,236	1,06	208,01	JUIN	199,081	0,96	191,119	JUIN	192,328	0,98	179,671	JUIN	181,793	0,99	175,884
JUIL	184,063	1,06	195,112	JUIL	195,091	0,96	187,288	JUIL	202,42	0,98	198,271	JUIL	194,212	0,99	192,271
AOÛT	162,586	1,06	172,309	AOÛT	149,674	0,96	143,537	AOÛT	176,167	0,98	172,644	AOÛT	182,329	0,99	181,407
SEPT	140,64	1,03	140,64	SEPT	192,642	0,93	95,4784	SEPT	142,497	0,94667	134,997	SEPT	124,494	0,94	126,434
OCT	109,523	0,99	97,4846	OCT	73,6358	0,87	64,0632	OCT	102,912	0,87667	90,2199	OCT	102,912	0,87	90,2199
NOV	64,2263	0,7	45,0289	NOV	49,4592	0,7	34,6214	NOV	60,6292	0,7	42,4474	NOV	76,4426	0,7	53,5099
DEC	64,9992	0,7	45,484	DEC	45,2148	0,7	31,6804	DEC	35,823	0,7	27,1763	DEC	41,1312	0,7	29,718
MOY	123,82		123,82	MOY	119,112		127,5	MOY	123,079		1236,38	MOY	122,016		1235,23

2006				2007				2008				2009			
ETP	Kc	ETM	mm/jour	ETP	Kc	ETM	mm/jour	ETP	Kc	ETM	mm/jour	ETP	Kc	ETM	mm/jour
JANV	42,0754	0,7	29,4928	JANV	55,3857	0,7	38,77	JANV	61,5638	0,7	42,0946	JANV	36,5777	0,7	27,0604
FEBV	50,7333	0,78	39,6109	FEBV	70,7972	0,78667	55,6328	FEBV	68,5801	0,78667	54,1699	FEBV	63,9771	0,77667	49,6889
MARS	116,934	0,93233	109,042	MARS	105,516	0,94333	99,5249	MARS	112,965	0,98	107,317	MARS	105,924	0,93233	99,4823
AVR	140,929	1,02	143,816	AVR	153,376	1,03	156,974	AVR	145,752	1,04	148,483	AVR	133,889	0,99	130,075
MAI	157,137	1,02	160,279	MAI	175,08	1,03	180,332	MAI	159,498	1,04	165,878	MAI	179,991	0,99	175,192
JUIN	185,623	1,02	192,131	JUIN	187,792	1,03	192,576	JUIN	190,957	1,04	194,624	JUIN	184,152	0,99	184,652
JUIL	200,459	1,02	204,481	JUIL	205,826	1,03	210,001	JUIL	196,724	1,04	204,593	JUIL	200,459	0,99	195,974
AOÛT	187,566	1,02	191,317	AOÛT	172,724	1,03	177,906	AOÛT	182,39	1,04	189,688	AOÛT	180,345	0,99	175,542
SEPT	133,64	0,93233	126,547	SEPT	122,444	0,89	111,119	SEPT	125,902	0,93233	123,004	SEPT	126,377	0,93233	120,48
OCT	114,578	0,91233	104,648	OCT	102,877	0,92667	96,2893	OCT	77,1959	0,87667	67,6751	OCT	116,494	0,83233	102,903
NOV	64,2313	0,7	44,9969	NOV	75,4967	0,7	52,9477	NOV	59,4465	0,7	41,6125	NOV	75,0196	0,7	54,1217
DEC	39,45	0,7	27,6198	DEC	56,0243	0,7	39,217	DEC	34,0074	0,7	24,3552	DEC	47,9623	0,7	33,5718
MOY	122,662		120,89	MOY	122,662		140,9,33	MOY	121,291		126,23	MOY	126,023		126,23

2010				2011				2012				2013			
ETP	Kc	ETM	mm/jour												
JANV	55,7664	0,7	39,0365	JANV	52,3174	0,7	36,6222	JANV	60,2984	0,7	42,2083	JANV	57,0266	0,7	39,9196
FEBV	60,7461	0,73233	46,9771	FEBV	64,5936	0,76667	51,0459	FEBV	63,194	0,76667	48,4503	FEBV	63,7633	0,76	48,4639
MARS	105,26	0,91	93,0568	MARS	95,9016	0,89333	85,6721	MARS	100,385	0,89333	89,6773	MARS	102,008	0,88	89,7663
AVR	125,758	0,98	123,043	AVR	128,041	0,96	122,519	AVR	125,961	0,96	120,523	AVR	124,405	0,94	122,003
MAI	161,357	0,98	158,13	MAI	162,855	0,96	156,341	MAI	178,293	0,96	171,257	MAI	171,941	0,94	167,552
JUIN	184,275	0,98	180,559	JUIN	183,802	0,96	176,45	JUIN	171,389	0,96	164,534	JUIN	187,413	0,94	176,169
JUIL	200,903	0,98	196,963	JUIL	199,458	0,96	190,52	JUIL	200,23	0,96	192,265	JUIL	194,919	0,94	183,234
AOÛT	180,354	0,98	176,776	AOÛT	186,571	0,96	179,108	AOÛT	181,574	0,96	174,311	AOÛT	182,798	0,94	180,461
SEPT	137,97	0,94233	130,152	SEPT	122,444	0,89	111,119	SEPT	134,328	0,92333	124,03	SEPT	126,377	0,93233	120,48
OCT	106,849	0,86667	92,6026	OCT	107,231	0,85667	91,8618	OCT	104,536	0,84667	88,5072	OCT	88,2532	0,82667	73,9222
NOV	61,7898	0,7	43,2529	NOV	65,4504	0,7	45,8153	NOV	63,2846	0,7	44,2992	NOV	49,0471	0,7	34,323
DEC	54,6466	0,7	38,2638	DEC	53,9557	0,7	37,7679	DEC	57,2216	0,7	40,0552	DEC	44,6163	0,7	31,2314
MOY	121,291		120,89	MOY	122,592		121,1	MOY	122,924		120,12	MOY	114,707		119,25

2014				2015				2016				2017			
ETP	Kc	ETM	mm/jour												
JANV	52,2249	0,7	36,5574	JANV	50,2915	0,7	35,2041	JANV	59,4154	0,7	41,5111	JANV	48,2944	0,7	33,8738
FEBV	71,1732	0,77667	55,2763	FEBV	50,9902	0,77233	39,4324	FEBV	71,6472	0,77667	55,646	FEBV	68,7509	0,77	52,9352
MARS	97,9042	0,91	89,9928	MARS	104,008	0,91	94,6469	MARS	101,92	0,92	100,207	MARS	117,132	0,90233	105,809
AVR	147,303	0,99	145,33	AVR	140,198	0,98	137,299	AVR	135,636	0,99	134,279	AVR	131,028	0,98	128,407
MAI	171,352	0,99	170,123	MAI	179,204	0,98	175,718	MAI	165,86	0,99	164,202	MAI	161,291	0,98	165,905
JUIN	176,406	0,99	174,642	JUIN	193,264	0,98	179,697	JUIN	199,251	0,99	197,256	JUIN	190,139	0,98	186,504
JUIL	176,528	0,99	174,763	JUIL	212,472	0,98	208,223	JUIL	200,792	0,99	198,784	JUIL	204,848	0,98	200,751
AOÛT	169,057	0,99	167,396	AOÛT	172,21	0,98	168,765	AOÛT	186,186	0,99	184,324	AOÛT	180,327	0,98	180,052
SEPT	128,772	0,94667	121,904	SEPT	124,022	0,94333	126,427	SEPT	137,829	0,95333	131,397	SEPT	141,172	0,92667	132,231
OCT	111,823	0,86667	96,9218	OCT	100,665	0,87233	87,9149	OCT	110,673	0,87233	96,6542	OCT	111,648	0,86667	96,7616
NOV	67,2797	0,7	46,7173	NOV											

Annexe 19 : Tableau de comparaison de l'ETM mensuelle annuelle durant 20 ans (1998-2018) et l'ETM moyenne annuelle et l'année en court 2018 par deux méthodes (Cropwat 8.0 et Turc).

Année	Méthode	J	F	M	A	M	JUIN	JUILLET	AOÛT	Sept	OCT	NOV	DEC	TOTALE
1998	cropwat	66,4	78,9	180,2	269,6	308,9	352,7	381	354,5	300,8	190,3	71,8	66,9	
	turc	37	51,5	109,6	148,9	180,1	203,5	221,1	193,5	144,4	102,2	43,5	39,8	
1999	cropwat	57	92	180,2	279,3	371,1	378,7	416,7	362,5	290	121,6	54,5	51,6	
	turc	28,9	53,3	109,1	158,4	187,9	190,2	209,1	185,7	214,8	67,7	29,2	26,5	
2000	cropwat	75,9	113,8	179,6	273,3	323,5	254,1	253,5	212	174	159,5	134,9	101	
	turc	33,1	60,6	106,4	153,5	181,7	208,2	212,1	200,2	139,3	97,4	51,5	37,0	
2001	cropwat	67,2	100,4	236,1	261,4	388,6	423,4	374,3	303,5	144,7	73,5	46,3	44,5	
	turc	35,631153	57,640734	117,51382	153,94747	205,97474	202,99454	199,17845	161,346133	92,3294676	47,602896	31,45296	28,79184	
2002	cropwat	53,7	98,7	216,9	271,9	379,7	472	321,9	353,3	249,9	147,4	87,2	69,3	
	turc	35,161856	60,49583	113,60987	144,08079	180,68724	208,01005	195,11239	172,309378	140,659726	97,4846354	45,02875	38,4364147	
2003	cropwat	62,7	74,2	199,4	258,8	265,7	297,6	292,5	239,2	162,6	110,2	64,3	60,7	
	turc	30,961157	46,916105	108,31755	150,77765	187,62143	191,11785	187,28753	143,687377	95,4753943	64,0631617	34,6214442	31,6503548	
2004	cropwat	69,2	82,4	145,6	194	236,3	249,8	278,9	293,9	210,9	144,5	67,1	50,5	
	turc	41,689766	58,461155	96,310118	133,97363	160,4848	179,6148	198,37148	172,643741	134,89747	90,2198751	42,4474165	27,1763107	
2005	cropwat	62,4	69	150,8	224,3	275,4	294,2	327,3	297,5	195,2	114	76	44,9	
	turc	39,105664	44,502095	93,790371	132,21321	178,52566	179,88844	192,27053	181,407031	126,424166	87,4021488	53,5097962	26,1936	
2006	cropwat	54,7	63	172,2	239,2	282,7	362,7	351,3	334,6	227,3	166,4	68,9	52,3	
	turc	29,4528	39,610946	109,0421	143,81765	160,27928	189,13129	204,44797	191,317458	136,54678	104,648031	44,996875	27,610057	
2007	cropwat	55,2	95,3	168,8	185	322,5	372,8	338	320,8	237,8	184,1	93,9	77,0	
	turc	38,770021	55,693814	99,53694	126,97421	180,3327	198,57578	212,00082	177,90562	131,119363	96,2592821	52,8476893	39,2170435	
2008	cropwat	57	69,3	179,3	260,3	333,2	325,7	369,5	318,5	224,4	115,6	67,9	43,3	
	turc	43,094634	54,169932	107,31663	148,46208	165,8776	198,62638	204,59335	189,685221	123,803655	67,6750812	41,6125259	24,3651614	
2009	cropwat	52,9	75,6	136,9	190,4	263,9	299,4	310,9	303,8	179,6	150,3	82,6	56,6	
	turc	27,06037	49,688851	99,483802	130,07477	178,19154	194,66349	198,97374	178,54161	120,479794	102,902973	54,6137358	33,5778043	
2010	cropwat	67,1	80,8	151,7	181	259,9	299	292,1	273,9	195,9	139,6	72,5	62,9	
	turc	39,03648	46,977016	93,056764	133,04268	158,12981	180,58929	196,96803	176,776447	130,151851	92,6026381	43,2528759	38,2680292	
2011	cropwat	53,6	84,5	124,8	175,9	214,2	248,1	314,4	279,5	208,8	122,8	72,3	59,8	
	turc	36,62219	51,045867	85,672119	132,51944	156,34055	176,45006	190,51982	179,107923	127,376089	91,861492	45,8152741	37,7689922	
2012	cropwat	64,7	76,2	130,7	217,4	245,9	268,1	305,8	245,4	186,6	126,1	59,3	59,3	
	turc	42,208849	48,450267	89,677267	130,52266	171,25739	164,5337	192,26888	174,311108	124,029752	88,507181	44,2992	40,0551543	
2013	cropwat	63,5	79,3	149,3	192,8	264,3	261,8	210,7	191,6	162,3	106,1	51,4	44,5	
	turc	39,918603	48,463938	89,766786	126,00268	137,55243	176,16883	183,2235	130,460872	121,509746	73,922168	34,3329954	31,231948	
2014	cropwat	64,7	70	135,3	211,6	264,5	293,1	320,4	265,7	204,8	146,7	69,8	47	
	turc	36,557441	55,276276	89,09278	145,8301	170,12332	174,64225	174,7632	167,395787	121,903725	96,921971	46,7178125	33,2052289	
2015	cropwat	75	76,2	152,7	183,6	286,7	297,8	313,5	280,5	198,6	141,5	71	35,1	
	turc	35,204085	39,432388	94,646933	137,39369	175,7181	179,69687	208,22278	168,765462	126,427063	87,914497	50,038083	32,0547824	
2016	cropwat	56,8	88,1	179	203,4	285,5	294,9	314,8	273,3	204,7	146,4	74,2	50,4	
	turc	41,591122	55,646025	100,20474	134,27932	164,20154	187,35815	198,7837	184,323922	131,397067	96,6541662	43,6080045	29,1593039	
2017	cropwat	60,3	91,5	175,9	183	256,2	298,2	328,6	286,3	199,9	127,6	84,3	63,6	
	turc	33,87885	52,938169	105,809	128,40724	165,90519	186,38558	200,75104	180,052107	132,231194	96,7616	48,8464516	36,2805333	
2018	cropwat	76,3	72,6	161,6	244	244	304,8	350,1	258,5	202,4	139,4	75,8	55,8	2185,3
	turc	42,193021	42,520361	87,034084	130,52645	159,26015	192,71807	187,19478	168,838974	131,653344	80,1963597	42,9333197	37,1987609	1302,2677
MOY	cropwat	63,4	81,9	164,1	224,1	288,3	317,4	328,3	293,7	210,8	140,9	73,4	56,9	2243,2
	turc	42,479366	74,890667	122,899	168,4022	188,5422	204,2726	186,8992	150,2974	115,4321	78,2402	39,599	54,943	1426,8969

Annexe20 : Tableau d'estimation de l'ETPmm et de l'ETMmm mensuelle et moyenne durant 20 ans (1998-2018) par Cropwat2018 par Cropwat

	JANV	FÉVR.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUIL.	AOÛT	SEPT.	OCT.	NOV.	DÉC.	TOTALE
ETP mensuel	59,06	78,1	120,73	154,81	194,71	234,3705	233,058	207,753	145,08	105,11	70,9	52,68	1656,3615
ETP MOYENN	90,5714	103,23	169,175	211,415	271,98	299,43	309,71	277,0754	204,66	145,257	104,8571	81,2857	2268,6466
ETM mensuel	62,6809524	82,4190476	167	223,72381	289,17619	316,614286	322,2	288,038095	207,67619	137,314286	73,6047619	57,0095238	2227,45714
ETM MOYEN	63,4	81,9	164,1	224,1	288,3	317,4	328,3	293,7	210,8	140,9	73,4	56,9	2243,2

Annexe 21 : Tableau d'estimation de l'ETPmm et de l'ETMmm mensuelle et moyenne durant 20 ans (1998-2018) par Cropwat2018 par Cropwat

	JANV	FÉVR.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUIL.	AOÛT	SEPT.	OCT.	NOV.	DÉC.	TOTALE
TM mensuel	36,5329661	51,1111299	100,239145	139,225057	171,721144	188,7171	198,437757	175,151839	130,759546	87,1833689	44,0559119	33,1233419	1356,25831
TM moyen	42,479366	74,8906667	122,899	168,4022	188,5422	204,2726	186,8992	150,2974	115,4321	78,2402	39,599	54,943	1426,89693
TP MENSUEL	54,3475896	70,5073527	113,427229	145,050407	180,278727	196,793191	206,876916	182,372619	142,650222	106,421913	66,0678389	49,2923042	1514,08631
TP Moyenn	60,6848085	94,4	126,7	158,87	177,87	192,71	176,32	141,79	112,07	80,66	56,57	78,49	1457,13481

Résumé

Résumé :

Dans un souci de connaître les besoins en eau indispensable des phoeniciculture pour approcher la demande et mieux l'intégrée avec l'offre dans la wilaya de Biskra, nous avons utilisé le logiciel CROPWAT 8.0 et la formule de Turc Après introduction des données de base relatives aux données climatiques(1998-2018) qui ont été données par l'aéroport de Biskra(station météorologique Biskra), Nous avons déterminé l'évapotranspiration, puis les besoins en eau d'irrigation pour les palmier dattiers

Les résultats montre que l'ETM moyenne annuelle (les besoins en eau de palmier dattier) calculée sur la période de 20 ans (1998-2018), par le logiciel est de 2243.2mm par contre la valeur de l'ETM calculer par la formule de turc 1426,89693mm et l'ETM de l'année en court(2018) calculée par logiciel est de 2185.3 mm par contre la valeur de l'ETM calculer par la formule de turc est de 1302, 26768mm

Mots clé :

Besoins en eau (ETM) mm, Phoeniciculture, CROPWAT8.0, Turc. , Ziban, wilaya de Biskra.

Abstract:

In order to know the essential water needs of the phoeniciculture to approach the demand and better integrated it with the offer in the wilaya of Biskra, we used the software CROPWAT 8.0 and the formula of Turc After introduction of the basic data relative to the climatic data (1998-2018) that were given by the Biskra airport (Biskra weather station), We determined the evapotranspiration, then the irrigation water requirements for the date palms.

The results show that the annual average ETM (the date palm water requirement) calculated over the 20-year period (1998-2018), by the software is 2243.2mm by contrast the value of the ETM calculate by the Turkish formula 1426.89693mm and the ETM of the year in short (2018) calculated by software is 2185.3 mm however the value of the ETM calculate by the formula of Turkish is 1302, 26768mm.

Keywords:

Water requirement (MM) mm, Phoeniculture, CROPWAT8.0, Turkish. , Ziban, wilaya of Biskra.

المخلص:

من أجل معرفة الاحتياجات المائية الأساسية لنخيل البلح و لتلبية الطلب ودمجها بشكل أفضل مع العرض في ولاية بسكرة، استخدمنا برنامج CROPWAT 8.0 و معادلة Turc بعد إدخال البيانات الأساسية النسبية إلى البيانات المناخية (1998-2018) التي قدمها مطار بسكرة (محطة بسكرة للطقس) ، حددنا التبخر ، ثم متطلبات مياه الري لنخيل البلح

تشير النتائج إلى أن المتوسط السنوي لـ ETM (متطلبات ماء النخيل) المحسوب على مدار فترة العشرين عامًا (1998-2018)، وفقًا للبرنامج CROPWAT 8.0 يبلغ 2243.2 ملم على النقيض من قيمة ETM بحسب المعادل Turc 1426.89693 مم و ETM من السنة باختصار (2018) محسوب بواسطة البرنامج 2185.3 مم ومع ذلك فإن قيمة ETM يتم حسابها بواسطة معادلة TURC هي 1302, 26768 ملم.

كلمات البحث:

متطلبات المياه (ETM) مم ، شجر النخيل ، CROPWAT8.0 ، Turc. ، زيبان، ولاية بسكرة.