



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature  
et de la vie  
Department des Sciences Agronomiques

# MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie  
Sciences Agronomiques  
Spécialité : hydro-pédologie

Réf. : Entrez la référence du document

---

Présenté et soutenu par :  
**BENNACEUR Nour el Houda**

Le : mardi 20 juin 2023

## **Etude comparative entre les besoins en eau de palmier dattier entre deux périodes avec le logiciel (Cropwat 8,0) dans la région de Biskra**

---

Jury :

M.	<b>KHECHAI S.</b>	MAA	Université Mohamed Khider Biskra	Président
Mme.	MEBREK N. et co-encadreur SAADI H.	MCB	Université Mohamed Khider Biskra	Rapporteur
Mme.	<b>MASMOUDI A.</b>	MCB	Université Mohamed KhiderBiskra	Examineur

Année universitaire : 2022/2023

## Dédicace

Avant tous je remercie ALLAH qui m'a donnée la volonté de continuer mes études et faire ce modeste travail, je le dédie à :

Je dédie ce travail à la personne la plus chère de ma vie, ma mère Meriem .Qui s'est tenu à mes côtés, m'a soutenu, m'a encouragé et a beaucoup fait pour moi. Elle était avec moi à mon père. Qui m'a soutenu et sans qui je n'aurais pas atteint ce niveau. A mon père que dieu me le garde, qui me manque tant, je prie pour lui avec miséricorde.

Mon père saad , Tu as toujours été pour moi un exemple du père respectueux, honnête, de la personne méticuleuse, je tiens à honorer l'homme que tu es.

Grâce à toi papa j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité. Je voudrais te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension... Ton soutien fut une lumière dans tout mon parcours. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour toi.

Ce modeste travail est le fruit de tous les sacrifices que tu as déployés pour mon éducation et ma formation. Je t'aime papa et j'implore le tout-puissant pour qu'il t'accorde une bonne santé et une vie longue et heureuse.

À ma fille ILINE , qui a toujours été avec moi.

À mon cher mari, qui m'a soutenu tout au long de me études.

A mes sœurs Hayat ,Nessrine ,Aridje et mon frère Mohamed et tout ma famille .

A ma belle-mère et sa fille Hadil qui s'occupaient de ma fille pendant que j'allais à l'université .

A mes chères collègues de section d'Agronomie master 02 Hydropédologie 2022/2023.

A mes amies Basma , Meriem , Safa , Hadjer , soundous , ahlam , amira .

Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs et des amies sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, vous dédie ce travail et je vous souhaite

une vie pleine de santé et de bonheur.

**Bennaceur Nour el Houda**

## **Remerciement**

Je remercie notre grand DIEU de m'avoir donné la santé, les moyens, la volonté, le courage et la chance de faire cette étude et de la terminer en le priant de me guider tout au long de ma vie vers le chemin de l'honnête réussite.

Mes remerciements vont d'abord à mon encadreur Mme Mabrek Naiima pour son encouragement pour finir ce travail.

Je remercie énormément Mme : Hassina Saadi pour son encadrement tout le long de ce projet et pour son aide, conseils très efficaces, sa patience, et son honnêteté

Je remercie les membres de jury Monsieur KHashii.S et Monsieur Masmoudi.A

Mes sincères remerciements vont à mes parents qui ont sacrifié leur vie pour mon éducation et à mon mari que j'aime beaucoup merci pour tout.

mes professeurs qui ont sacrifié leur temps pour ma formation, durant mes études.

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 surtout mes tantes Amel qui m'ont soutenu tout au long de mes études.

**A tous, je dis merci**

## Liste des figures :

Liste des figures		
01	le processus d'évapotranspiration	6
02	Schéma d'une cuve lysimétrique	9
03	Courbe de coefficients culturaux et définition des phases	12
04	schéma comporte le système racinaire de palmier	17
05	Schéma d'une feuille (palme) du palmier dattier.	18
06	Inflorescence male et femelle du palmier dattier	19
07	Situation géographique de la wilaya de Biskra.	26
08	le logiciel (CROPWAT 8.0 )	28
09	Fenêtre d'encodage des données climatiques ,calcul de l'ET0. du logiciel CROPWAT 8.0	29
10	CROPWAT 8.0 flowchart	30
11	calcul des pluies efficaces.	32
12	Les données de la culture de palmier dattier .	32
13	Les données du module sol	33
14	tableau de calcul des besoins en eau .	33
15	l' Evapotranspiration potentielle mm/mois de la wilaya de Biskra durant (1975 - 2000)et (2001-2018)	37
16	les pluie efficace des périodes (1975-2000)et (2001-2018)	39
17	l'évapotranspiration de la culture (ETc) durant (1975 -2000)et (2001-2018)	41
18	les besoin en eau de palmier dattier de deux période (1975-2000)et(2001-2018)	43

## Liste des tableaux :

	<b>Titres</b>	<b>pages</b>
Tableau 1	Classification des méthodes de mesure de l'évapotranspiration.	8
Tableau 2	Classification des méthodes de l'estimation de l'évapotranspiration.	10
Tableau 3	Classification botanique du palmier dattier.	16
Tableau 4	Cycle végétatif annuel du palmier dattier.	20
Tableau 5	module de pluviométrie .	31
Tableau 6	Valeurs moyennes mensuelles des paramètres climatiques et la calcul de l'évapotranspiration de la culture de référence : (1975-2000)	36
Tableau 7	Valeurs moyennes mensuelles des paramètres climatiques : (2001-2018)	37
Tableau 8	donnée pluie efficace de période (1975-2000)	38
Tableau 9	donnée pluie efficace de période (2001-2018)	39
Tableau 10	l'évapotranspiration de la culture (ETc) de la période (1975-2000)	40
Tableau 11	l'évapotranspiration de la culture (ETc) de la période (2001-2018)	41
Tableau 12	calcul les besoin en eau de palmier dattier de la période (1975-2000)	42
Tableau 13	calcul les besoin en eau de palmier dattier de la période (2001-2018).	42

## Liste des abréviations :

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

°C : Degré Celsius.

°K : kelvin.

a : fonction complexe de l'indice I

an : Année.

APFA : Accession à la propriété foncière agricole.

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

BEE : Besoin en eau.

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

DSA : Direction des services agricole

DSA :direction des services agricoles Biskra

E : Est

E: Evaporation du bac (mm)

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

Environnement

ER : L'erreur relative (%)

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

ET0 : Evapotranspiration de référence.

ETc : Evapotranspiration de culture.

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

ETP : Evapotranspirationpotentielle

ETr : Evapotranspiration réelle.

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

G: Flux de chaleur du sol (MJm<sup>-2</sup>j<sup>-1</sup>)

h: durée d'insolation mesurée en heure par mois

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

Hr : l'humidité relative (%)

I : indice thermique annule

k : Constante de Von Karman

Kc : Coefficient cultural.

kc : le coefficient cultural.

Kcfin: Coefficient cultural final.  
Kcini : Coefficient cultural initial.  
Kcmid : Coefficient cultural médium.  
Km/h : kilomètre par heure.  
Km<sup>3</sup>/an: kilomètre cube par ans  
KPa : kilo pascal  
l/j : Litre par jour  
l/s/ha: Litre par second par hectare.  
M: moyenne des températures maximales (°C)  
m: moyenne des températures minimale (°C)  
m<sup>3</sup>/an: Mètre cube par ans  
m<sup>3</sup>/ha : Metre cube par hectare.  
mm/an: Millimètre par ans  
N : Nord  
O : Oust  
Q2: quotient pluviométrique (mm / °C)  
ONFAA : Observation Nationale des Filières Agricole et Agroalimentaire  
P: Précipitation moyenne mensuelle (mm)  
P: Pressions de l'air (hPa) ou (mbar)  
Peff : Pluie efficace.  
PNDA : Programme national de développement agricole.  
R : Constante des gaz parfaits J/(kg.K)  
R: coefficient de corrélation  
R<sup>2</sup> : coefficient de détermination  
RHmax: humidité relative maximale (%)  
RHmin: humidité relative minimale (%)  
Rn: Radiation nette (MJm<sup>-2</sup>j<sup>-1</sup>)  
S : Sud  
t : temperature de l'air (°C)  
Ta : Température de l'air (K)  
tm : Température sous abri de thermomètre mouillé (°C)  
Tmax : Température maximale.  
Tmin : Température minimale.  
u: vitesse du vent (m/s)

$v^*$ : Vitesse de frottement (m/s)

$p$ : cumule pluviométrique annuel (mm)

$Y$ : Constante psychométrique ( $\text{kPa}^\circ\text{C}^{-1}$ )

$Z$ : altitude en [m]

$z_0$  : épaisseur de la rugosité de surface (mm)

$\Delta$  : Pente de la pression de la vapeur saturée à la température moyenne l'air ( $\text{kPa}^\circ\text{C}^{-1}$ )

$\rho_a$ : Masse volumique de l'air ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$\Sigma \text{Rech}$ : Recharges effectuée (mm)

$\Sigma P$ : pluviométrie (mm)



## Table des Matières

	Titres	Pages
	Liste des figures	
	Liste des tableaux	
	Liste des abréviations	
	Table des Matières	
	Introduction Générale	1
	Première partie : synthèse bibliographiques	3
	Chapitre I : les besoin en eau	4
I	Introduction	5
I – 1	Besoin en eau de culture (ET <sub>C</sub> )	5
I -2	Pourquoi déterminer les besoins en eau des cultures	5
I-3	déterminer les besoins en eau des cultures	5
I – 4	Définition de l'évapotranspiration potentiel ( ETP )	6
I-5	Les facteurs conditionnels de la mesure de l'évapotranspiration	6
A	Les facteurs climatiques(pouvoir évaporant du climat)	7
B	les facteurs géographiques ( essentiellement la topographie )	7
C	C - Les facteurs biologiques (le couvert végétal)	7
D	D – les facteurs pédologiques (les sols)	7
I -6	Les mesures de l'évapotranspiration	7
I -6 -A	Approche hydrologique	8
I-6-A-1	Bilan hydrique	8
I-6-A-2	Evapotranspiromètre ou cuve lysimétrique :	9
I -6-b	Approche micro météorologique	9
I -6-b -1	Rapport de Bowen (Bowen ratio)	9
I -6-b-2	Méthode aérodynamique	9
I-6-b-3	Eddy covariance	10
I -6 -c	Approche physiologie végétale	10
1-6-1	Estimation de l'évapotranspiration	10
1-6-1-1	Approche analytique	11
A	Modèle de Penman Monteith	11
1-6 -1-2	Approche empirique	11

A	Le coefficient cultural Kc	11
B	Modélisation du bilan hydrique	12
1-6-1-3	la télédétection	12
1-7	Choix du coefficient cultural	13
I-8	Besoins nets (Bnets) et besoins bruts (Bbruts) en eau d'irrigation	13
II	Conclusion	13
Chapitre II : Généralité sur les palmiers dattier		14
I	Introduction	15
I-1	Histoire et origine	15
I-2	Classification du palmier dattier	16
I-3	Description morphologique du palmier dattier	16
I-3-1	Système racinaire	16
A	.Zone 1	17
B	Zone 2	17
C	Zone 3	17
D	Zone 4	17
I-3-2	appareil végétatif	17
A	Le tronc	17
B	Les bourgeons	18
C	Palmes	18
I-3-3	L` appareil de reproduction	18
A	Les fleurs	18
B	Les fruits	19
I-4	Cycle de développement de palmiers dattier	19
I-5	Importance de palmier dattier	20
I-5-1	Echelle internationale	20
I-5-2	Echelle nationale	21
I-5-3	Echelle locale de Wilaya de Biskra	21
I-5-4	<b>Les besoins du palmier dattier :</b>	21
II	Conclusion	21
Deuxième partie : Matériel et méthode		23
Chapitre I ; Présentation De logiciel (Cropwat 8.0 )		24

I	Introduction	25
I-1	Situation géographique de Biskra	25
I-1-1	Les Caractéristiques géologiques	25
I-2	Description de la diversité dans les cultures agricoles	27
A	Les cultures maraichères	27
B	les cultures fourragères	27
C	Les cultures industrielles	27
D	Les palmiers	27
II	Matériel	28
II-1	Introduction	28
II-2	Présentation de logiciel de CROPWAT	28
I-3	Méthodologie de travail avec le logiciel Cropwat	28
II-3-1	Collecte et analyse des données utilisées par le logiciel et leur homogénéisation	29
II . 4	Les données utilisées par le CROPWAT dans le calcul de Besoin	29
II-4-1	Calcul de l'Et0 avec cropwat	30
II-4-2	Module pluviométrique	31
A	la méthode USDA	32
II-4-3	Module de culture	32
II-4-4	Module de sol	33
II-4-5	Module sur les besoins en eau des cultures	33
III	Conclusion	34
Chapitre II : Résultat et discussion		35
I	Résultat et discussion	36
I-1	Introduction	36
I-1	Calcul des besoins des besoins en eau	36
I-1-1	l'Évapotranspiration de la culture de référence (ETo) pour la période (1975-2000)	36
I-1-2	l'Évapotranspiration de la culture de référence (ETo) pour la période (2001-2018)	37

I-1-3	Discussion de l' Evapotranspiration potentielle mm/mois de la wilaya de Biskra durant (1975 -2000)et (2001-2018)	38
I-1-4	Calcule de pluie efficace (1975-2000)	38
I-1-5	Calcule de pluie efficace (2001-2018)	39
I-1-6	Discussion de la pluie efficace durant (1975 -2000)et (2001-2018)	39
I-1-7	Calcul l'évapotranspiration de la culture (ETc) (1975-2000)	40
I-1-8	Calcul l'évapotranspiration de la culture (ETc) de la période (2001-2018)	40
I-1-9	Discussion l'évapotranspiration de culture durant (1975 -2000)et (2001-2018)	41
I-1-10	calcule de besoin en eau de palmier dattier (1975-2000)	42
I-1-11	calcule de besoin en eau de palmier dattier (2001-2018)	42
I-1-12	Discussion de Les besoin en eau de palmier dattier (1975 -2000)et (2001-2018)	43
II	conclusion	43
	Conclusion Général	44
	Référence bibliographique	46
	Résumé	

# **Introduction General**

## Introduction générale

---

### Introduction générale

L'eau est un facteur de production primordial, mais ce n'est pas une ressource abondante dans certain région, Ce qui implique le plus souvent la recherche de l'optimisation dans la consommation et la réduction des gaspillages.

L'Algérie située au sud du bassin méditerranéen, un pays considérait parmi les pays pauvres en eau, en raison des précipitations annuelles moyennes qui sont de 600 mm seulement. Face à la rareté de l'eau, la croissance démographique et face à l'expansion de l'économie de marché.(Guereueb, et Ferhat, . 2021)

Avec 15,1 millions de palmiers dattiers, l'Algérie occupe la 3<sup>ème</sup> position en surface ainsi que la 5<sup>ème</sup> position en production (plus de 9,3 millions de quintaux). Par contre, elle occupe la 13<sup>ème</sup> position en rendement. Les régions phoenicicoles se caractérisent par un climat désertique, d'où une demande climatique en eau trop élevée. En effet, la demande climatique moyenne en eau (ETP) dans les régions phoenicicoles avoisine les 2500 mm/an, avec des maximas de 3600 mm et des minimas de 1400 mm, respectivement à Adrar et Batna. De plus, le rendement en dattes est relativement faible, soit 61.9 kg/arbre en moyenne.(Delli, R., & Mouhouche, B. (2017)

La wilaya de Biskra possède de vastes palmeraies qui approvisionnent toute l'Algérie en dattes les plus pures et les plus fines "DegletNour".

Il est réputé au niveau national et international, et le nombre total de palmiers est estimé à 4472867 palmiers, produisant 4785 000 quintaux, dont 2804137 palmiers produisent la Deglet Nour avec un produit de 390000 quintaux annuels, en plus de plus de 700 de nouveaux palmiers, et cela dans le cadre du programme de soutien agricole qui est mis en place, et dont l'Etat bondit au premier rang avec près de 3 millions de palmiers.( DSA Biskra,2021 )

Avec le changement climatique il est primordiale d'évaluer l'impact sur les besoins en eau afin de mieux gère les besoins futur des cultures et rendre l'agriculture durable dans la zone aride , c'est dans ce cadre que s'inscrit notre travaille : une étude comparative les besoins en eau de palmier dattier pour les deux périodes de 1975/2000 et 2001/2018 ans avec l'aide du logiciel Cropwat car une évaluation des besoins en eau des cultures (CWR) est essentiel pour connaitre les besoin en eau du palmier, la planification et la gestion de l'eau actuel et future.

## **Introduction générale**

---

Pour atteindre cet objectif, notre travail est subdivisé en trois grandes parties que nous résumons comme suite :

Une première partie est une étude bibliographique pour présenter les besoins en eaux de culture et la culture de palmier dattier.

Une deuxième partie qui consacrée matériel et méthode qui utilisées pour nos calculs, qui comporte une présentation du logiciel « Cropwat 8.0 ». Et la présentation de la zone d'étude.

Et enfin une troisième partie qui consiste pour présenter les résultats d'étude et leur discussion ainsi que la conclusion.

**Première partie :  
Synthèse bibliographiques**



# **Chapitre I :**

## **Besoin en eau**

**I - Introduction :**

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.

Le climat est l'un des facteurs qui influe le plus sur le volume d'eau que la culture perd par évapotranspiration. Les pratiques agronomiques, les techniques d'irrigation, les engrais, les infestations dues aux insectes et aux maladies peuvent aussi influencer le taux d'évapotranspiration. (**Doorenbos et Pruitt 1975**)

Le besoin en eau d'une culture se compose donc de la transpiration plus l'évaporation. Par conséquent, le besoin en eau des cultures est également appelé "évapotranspiration".

Le besoin en eau d'une culture est généralement exprimé en mm/jour, mm/mois ou mm/saison.

**I – 1 Besoin en eau de culture (ET<sub>C</sub>) :**

En matière d'irrigation, on cherche à placer les plantes dans des conditions de production optimales et on base l'irrigation sur la valeur de l'évapotranspiration maximale (ET<sub>m</sub>) qui est une valeur ponctuelle liée à l'ET<sub>0</sub> qui est relative à une région par un coefficient cultural, donnée par la formule de base de l'approche climatique :

$$ET_C = k_c \times ET_0$$

ET<sub>C</sub> : évapotranspiration maximale d'une culture (mm),

k<sub>c</sub> : coefficient cultural,

ET<sub>0</sub> : évapotranspiration de référence (mm). (**Doorenbos et Pruitt (1975)**)

**I -2 Pourquoi déterminer les besoins en eau des cultures**

Connaître la valeur des besoins en eau des cultures est à la base de :

- projet d'irrigation : conception des réseaux d'irrigation (calcul du débit de dimensionnement des ouvrages),
- gestion des réseaux d'irrigation : prévision à court terme (programmation des apports d'eau), - pilotage des irrigations,
- planification de l'utilisation des ressources hydrauliques : volume d'eau nécessaire pour l'irrigation, surfaces irrigables au vu des ressources, etc.

**I -3 déterminer les besoins en eau des cultures**

L'estimation de l'évapotranspiration en vue de la programmation de l'irrigation doit se faire en se fondant sur le calcul de l'évapotranspiration maximale et de la pluie efficace (P<sub>e</sub>).

(**Doorenbos et Pruitt (1975)**)

#### I – 4 Définition de l'évapotranspiration potentiel ( 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 Henanoukamir, 2018) (figure1).

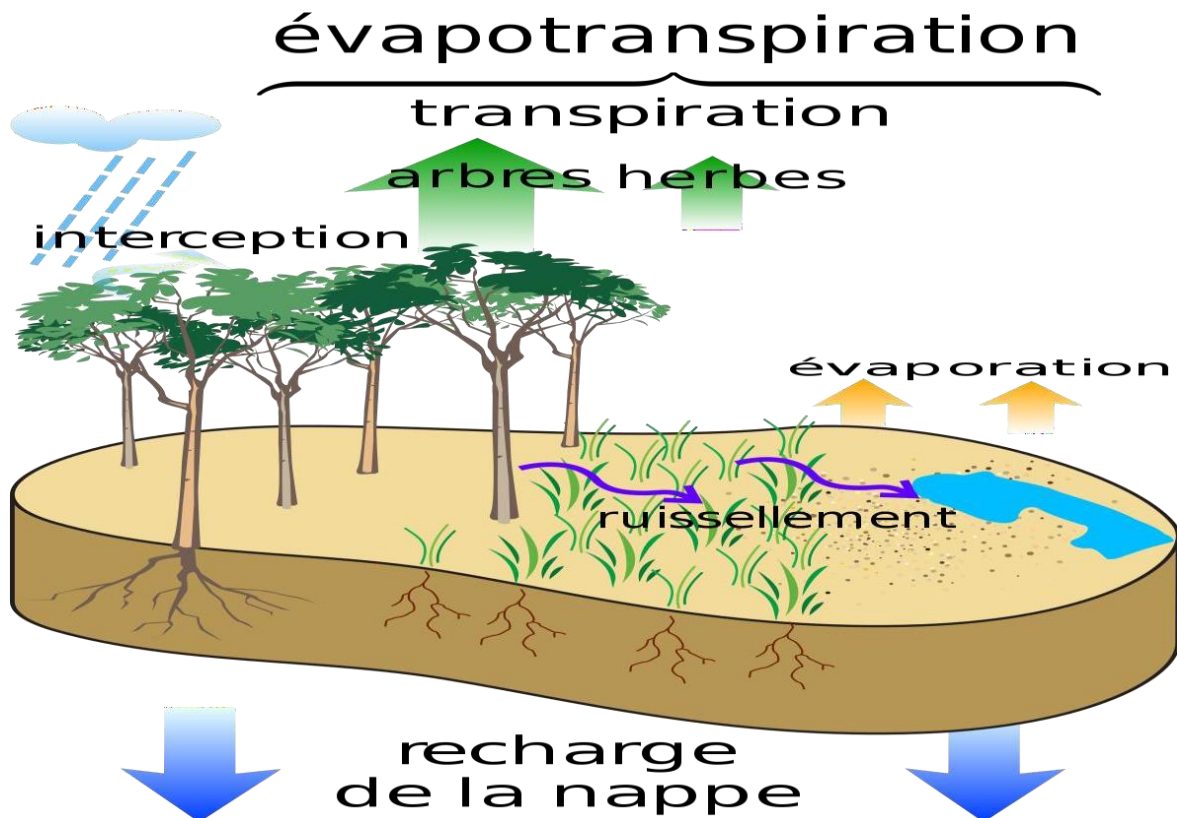


Figure.1 le processus d'evatranspiration (Frank Hunt,2021)

#### I .5. Les facteurs conditionnels de la mesure de l'évapotranspiration

L'évapotranspiration dépend fortement de l'intervention de trois facteurs,climatiques,géographique,bilologiques et pédologiques .(Allenet al,1998 et 2011)

### **A - les facteurs climatiques (pouvoir évaporant du climat)**

- La température de l'air .
- La température de la surface terrestre.
- La durée de l'insolation ou le rayonnement solaire.
- l'humidité relative de l'air.
- Pression atmosphérique.

### **B – les facteurs géographiques (essentiellement la topographie)**

- l'état de la surface évaporant.
- l'altitude.
- Effet du site.
- La latitude.
- La proximité de la mer.
- orographie (exposition des versant soleil, aux vents, pentes).

### **C - Les facteurs biologiques (le couvert végétal)**

- les espèces végétales (stade phénologique de la culture considérée).
- hauteur du couvert végétal.
- résistance stomatique.
- La profondeur des racines.
- Besoins ou non 'eau.

### **D – les facteurs pédologiques (les sols)**

- la capacité de rétention en eau du sol.
- La réserve utile dans le sol.
- Humidité du sol.
- la texture du sol.

### **I.6 les mesures de l'évapotranspiration**

Nous avons trois approche de l'évapotranspiration. **Tableau N°1.(Rana et Katerji, 2000)**

	Approche	Méthodes
<b>Mesure de l'évapotranspiration</b>	Approche hydrologique	Bilan hydrique
		Lysimètre
	Approche micro - météorologique	Bilan d'énergie et rapport de bowen
		Méthode aérodynamique
		Eddy covariance
	Approche physiologique - végétal	Méthode de flux de sève
		Système de chambre

**Tableau 1.** Classification des méthodes de mesure de l'évapotranspiration.

la plupart des méthodes directes ou indirectes de mesure d'évapotranspiration se basent sur la mesure de 2 classes de facteurs :

- la teneur en eau du sol et les caractéristiques physiques des surfaces à partir desquelles se produit l'évapotranspiration (hauteur, densité des plantes, rugosité du couvert végétal, albédo)
- les variables climatiques telles que le rayonnement solaire, la vitesse du vent, les caractéristiques thermodynamiques de l'atmosphère, au-dessus de la végétation. **(Rana&Katerji ,2000)**

### **I . 6 .A . Approche hydrologique**

#### **I. 6 .A.1.Bilan hydrique**

La méthode du bilan hydrique est une méthode résiduelle, en ce sens qu'elle se base sur l'équation du bilan et sur la déduction de l'évapotranspiration à partir de la détermination des autres termes de l'équation. Cette méthode peut se justifier dans la mesure où les autres termes de l'équation du bilan sont souvent relativement plus faciles à déterminer.

L'équation du bilan hydrique, dans son expression la plus complète **(Rana&Katerji, 2000)**, s'écrit :

$$P + I + W - ET - R - D = \pm \Delta S_0 \text{ (mm/s)}$$

Avec :

P, précipitations

I, irrigation

W, remontée capillaire

D, drainage

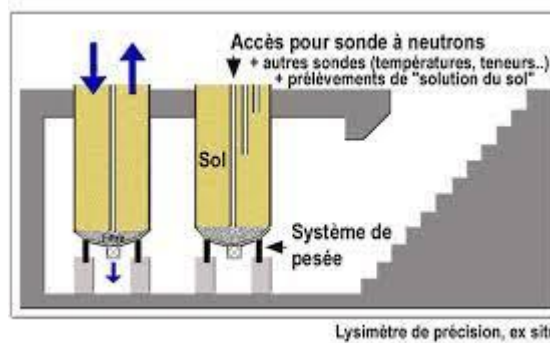
R, ruissellement

ET, évapotranspiration

$\Delta S$ , stock d'eau dans la zone racinaire

**I.6. A.2 Evapotranspiromètre ou cuve lysimétrique**

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 régler et enregistrer les conditions : sol, eau, plante et de façon précise.( **Hillel et al. (1969)**)



**Figure 2 : Schéma d'une cuve lysimétrique(Musy et Soutter, 1991)**

**I . 6 .b. Approche micro météorologique**

**I .6.b.1. Rapport de Bowen (Bowen ratio)**

Le rapport de Bowen se base sur l'équation du bilan d'énergie instantané :

$$R_n = G + H + \lambda E \text{ (W/m}^2\text{)}$$

Avec :

$R_n$ , le rayonnement net à la surface du sol

$G$ , le flux de chaleur du sol

$H$ , le flux de chaleur sensible

$\lambda E$ , le flux de chaleur latente

**I .6.b.2. Méthode aérodynamique**

si on suppose qu'une densité de flux peut être reliée à un gradient de concentration dans la couche de surface atmosphérique, alors le flux de chaleur latente peut être directement déterminé par des facteurs d'échelle que sont  $u_*$  et  $q_*$ , au départ de  $q$ , l'humidité spécifique de l'air (kg/kg), et de  $u$ , la vitesse du vent. (**Rana&Katerji ,2000**)

$$\lambda E = -\lambda \rho_* u_* q_* \text{ (W/m}^2\text{)}$$

$$u_* = \frac{k u}{\ln\left(\frac{z-d}{z_0}\right) - \Psi_m}$$

$$q_* = \frac{k(q - q_0)}{\ln\left(\frac{z-d}{z_0}\right) - \Psi_v}$$

Avec :

$\rho$ , la densité de l'air (kg/m<sup>3</sup>)

$u_*$ , la vitesse de friction de l'air (m/s)

k, constante de Von Karman (k = 0.41)

d, hauteur de déplacement

$z_0$ , longueur de rugosité de surface

$q_0$ , humidité de l'air extrapolée à  $z = d + z_0$

$\psi_m$ , fonction de stabilité atmosphérique

$\psi_v$ , fonction de stabilité/correction pour le transfert de chaleur latente

### I .6.b.3. Eddy covariance

La méthode Eddy covariance (ou Eddy Corrélation) est une méthode statistique qui utilise les mesures à haute fréquence des températures et vitesse du vent pour décrire la turbulence et à partir de là, les flux de chaleur sensible.

Le principal avantage de la méthode Eddy covariance est qu'elle est la plus directe des mesures des chaleurs latente et sensible en micro météorologie. Aucune hypothèse n'est faite à propos des propriétés de la surface du sol, telles que la rugosité aérodynamique ou la hauteur de déplacement zéro, et aucune correction de stabilité atmosphérique n'est nécessaire.

La méthode Eddy covariance est particulièrement avantageuse dans les végétations hétérogènes et clairsemées des zones semi-arides, caractérisées par des conditions climatiques très variables. ( **Rana&Katerji (2000)**)

### I .6. c Approche physiologie végétale

L'approche physiologie végétale consiste à mesurer l'eau perdue (par transpiration) par une plante ou un groupe de plantes.(**Rana&Katerji (2000)**)

#### 1.6.1. Estimation de l'évapotranspiration

Nous avons trois approche de l'évapotranspiration. **Tableau N°2(Rana et Katerji, 2000)**

**Tableau 2.** Classification des méthodes de l'estimation de l'évapotranspiration.

Estimation de l'évapotranspiration	Approche analytique	Modèle de Penman-Monteith
	Approche empirique	Le coefficient cultural Kc
		Modélisation du bilan hydrique
	Approche de télédétection	Bilan d'énergie
Activité physiologique des plantes		

Parmi les principales méthodes d'estimation de l'évapotranspiration, on s'intéressera surtout à l'approche analytique de PenmanMonteith, aux approches empiriques (méthode du coefficient cultural, modélisation du bilan hydrique), tous deux en régime nonadvection. L'estimation de l'évapotranspiration en régime advection sera ensuite abordée.

### 1.6.1.1. Approche analytique

#### a. Modèle de PenmanMonteith

Le modèle de Penman résulte de la combinaison de l'équation du bilan d'énergie et de celle du transfert de masse pour l'estimation de l'évapotranspiration d'une surface d'eau libre.

Le modèle de Penman (1948) modifié par (Monteith (1965) s'écrit :

$$\lambda E = \frac{(\Delta n - G) + \rho c_p \frac{d}{r_a}}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_s}{r_a}\right)}$$

Avec :

$\Delta$ , rapport entre la différence de pression de vapeur saturante et la différence de température correspondante (Pa/°K)

D, déficit de pression de vapeur (Pa).  $D = (e_s - e_a)$

$\gamma$ , constante psychrométrique ( $\gamma \sim 66$  Pa/°K)

$r_a$ , résistance aérodynamique (s/m)

$r_s$ , résistance stomatique (s/m)

Rn, le rayonnement net à la surface du sol (MJ/m<sup>2</sup>/h)

G, le flux de chaleur du sol (MJ/m<sup>2</sup>/h)

### 1.6.1.2. Approche empirique

Dans cette approche, l'évapotranspiration des plantes est estimée en tant que fraction de l'évapotranspiration de référence ETo.

$$ET_C = K_c \cdot E_{T0}$$

Avec :  $K_c$ , coefficient cultural déterminé expérimentalement

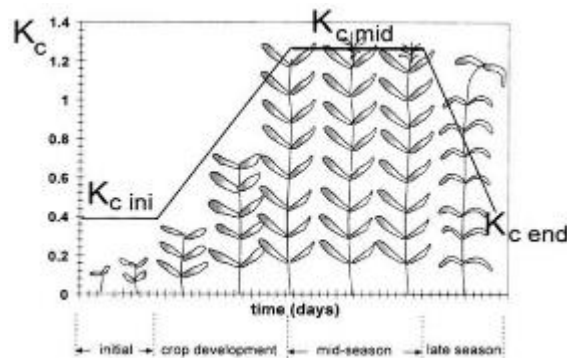
#### a. Le coefficient cultural $K_c$

Par définition, le coefficient cultural ( $k_c$ ) est le rapport entre l'évapotranspiration de la culture ( $ET_c$ ) et l'évapotranspiration potentielle ( $E_{T0}$ ), 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)**

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' $ET_c$ , il est toujours préférable d'utiliser les valeurs de  $k_c$  déterminés expérimentalement dans la région elle-même. **(Boudjelal et Bammoun, 2006)**

#### **b. Modélisation du bilan hydrique :**

On distingue en général deux grandes classes de modèles de bilan hydrique :

- les modèles dits "mécanistes"
- les modèles dits "analogues" (ou modèles réservoir)

##### **1.6.1. 3 la télédétection**

La télédétection peut être un autre moyen de spatialisation de certaines données agro météorologiques. Les progrès enregistrés dans le domaine de l'observation de la terre et des phénomènes naturels, par satellites, permettent aujourd'hui leur mise à contribution dans le suivi d'un certain nombre de paramètres agro météorologiques, tels que l'évapotranspiration, par exemple. Ainsi, il existe un nombre assez important de capteurs,

dans le visible et l'infrarouge thermique, qui délivrent régulièrement des données (souvent brutes) qui sont utilisées dans des modèles environnementaux. (Hamimed, Abderrahmane, et al, 2014)

### 1.7 Choix du coefficient cultural

### I.8 Besoins nets (Bnets) et besoins bruts (Bbruts) en eau d'irrigation

La formule de base déterminant les besoins en eau d'irrigation (**Bnets**), est déduite de l'évapotranspiration de culture comme perte d'eau et les précipitations efficaces comme gain .

Les besoins nets d'irrigation ont été calculés selon la formule :

$$(\mathbf{Bnets}) = \Sigma ETc - \Sigma Peff \text{ (mm/an)}$$

où (**Bnets**) est la dose nette d'irrigation (mm) .

**ETc** est l'évapotranspiration de culture (mm) .

**Peff** sont les précipitations efficaces (mm).

Les besoins bruts en eau d'irrigation sont obtenus en tenant compte de l'efficacité globale du système d'irrigation.

$$\mathbf{BBI} = \mathbf{Bnets} * (1/ Ea) * S * 10 \text{ en m}^3 \text{ /an par superficie [Allen et al. (1998)]}$$

où **BBI** est la dose brute d'irrigation (mm/an ou 10 m<sup>3</sup> /ha/an) .

**Bnets** est la dose nette d'irrigation (mm/an) ; **Ea** est l'efficacité d'application de l'eau d'irrigation .

**S** est la superficie cultivée (ha).

## II Conclusion

La quantité d'eau nécessaire pour compenser la perte par évapotranspiration des terres cultivées est définie comme le besoin en eau des cultures. Il est apporté aux plantes par différentes techniques d'irrigation.

Ces exigences ne sont pas constantes tout au long du cycle de croissance, mais varient avec l'âge de la plante.

**Chapitre II :**  
**Généralité sur**  
**Les palmiers dattier.**

## I . Introduction

Dans le Sahara algérien, le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est le pilier des écosystèmes oasiens où il permet de limiter les dégâts d'ensablement, joue un rôle protecteur contre le rayonnement solaire intense pour les cultures sous-jacentes (arbres fruitiers, cultures maraîchères et céréales). Par sa présence dans ces zones désertiques, les diverses formes de vies animales et végétales, indispensables pour le maintien et la survie des populations, sont possibles. ( **Belguedj M., 2002**)

Il a de plus un rôle socioéconomique majeur pour les populations de ces régions pour lesquelles il fournit d'une part un fruit, la datte dont les qualités alimentaires sont indéniables et qui constitue une source de revenus très appréciables pour plus de 100 000 familles du Sud algérien avec 9 % des exportations agricoles, d'autre part une multitude de sous produits (culinaire, artisanal et menuiserie...).( **Belguedj M., 2002**)

Cette ébauche de synthèse résume la situation de la culture du palmier dattier, ses contraintes et décrit brièvement les recherches menées par les équipes algériennes depuis la prise en charge des problèmes liés au développement de cette espèce.( **Belguedj M., 2002**)

### I . 1. Histoire et origine

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est une espèce pérenne à fruit comestible de très grande valeur écologique, économique et sociologique. Elle était primitivement cultivée dans les zones arides et semi-arides chaudes de l'ancien monde (**Munier, 1973**) et s'installe là où il y'a des points d'eau formant des oasis. Ces dernières constituent un environnement propice à l'installation des populations humaines dans de sévères conditions désertiques, en plus au développement des végétaux et des animaux.

L'histoire ancienne du palmier dattier en tant que palmier cultivé n'est connue que d'après des données archéologiques et des anciennes pièces d'argile cunéiformes. La première évidence de la culture de palmier dattier, date de la fin du quatrième millénaire avant notre ère. dans la région du golfe Persique.(**Tengberg, 2012 in Pérez-Escobar et al., 2021**)

En **2017, GrosBalthazard et al.**, ont rapporté la découverte des palmiers dattiers sauvages qui sont les espèces ancestrales de l'un des plus anciens arbres fruitiers cultivés dans les oasis depuis des milliers d'années. La découverte de palmiers dattiers sauvages à Oman révèle une histoire de domestication complexe au Moyen-Orient et en Afrique. La comparaison des génomes des palmiers dattiers sauvages et modernes révèle un événement de domestication secondaire en Afrique, mais seulement une faible sélection artificielle, impliquant la contribution d'au moins deux sources sauvages aux palmiers dattiers africains

cultivés.

## I. 2 Classification du palmier dattier

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 3 : 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.

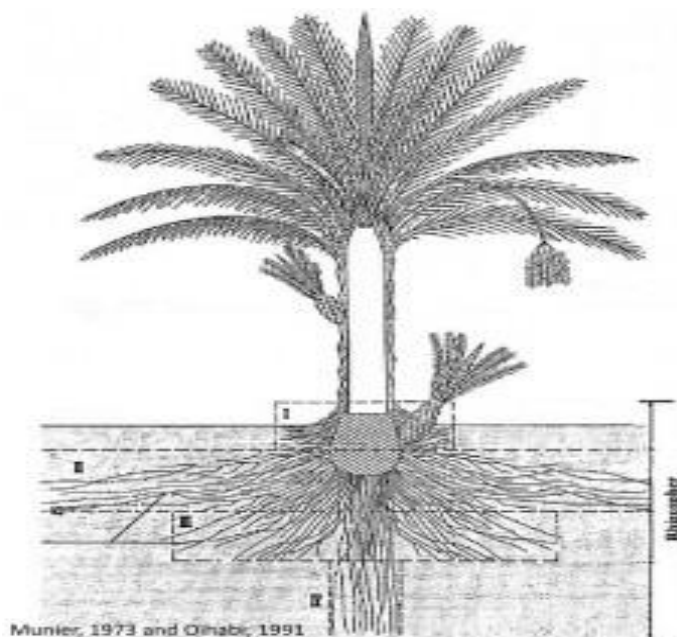
**Source:** <http://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-77545-nomenclature>.

## I.3. Description morphologique du palmier dattier

Le palmier dattier est une angiosperme monocotylédone arborescente à croissance apicale de la famille des palmacées .Il possède trois parties : un système racinaire, un organe végétatif et un organe reproductif.

### I.3.1 Système racinaire

Il est de type fascicule forme de plusieurs types de racine attachée à un bulbe émergé partiellement dans le sol. au moment de la germination des racines du deuxième ordre (Mésorhyzes) qui donnent à leur tour des racines de troisième ordre (brachyrhyzes). Chez le palmier dattier, les racines s'étendent jusqu'à 25 m de long latéralement de l'arbre et une profondeur de plus de 6m .Ce système présente quatre zones d' enracinements (MUNIER, 1973)



**Figure 4 : schéma comporte le système racinaire de palmier dattier (MUNIER, 1973)**

#### **A .Zone 1**

Elle est occupée par des racines à rôle respiratoire, localisée au pied de l'arbre avec une profondeur ne dépassant pas les 25 cm et une distribution latérale de 0.5 m au plus à partir du stipe. et comporte des racines adventives aériennes qui peuvent se développer à partir de la partie basale de tronc, ces racines ont peu de radicelles.

#### **B.Zone 2**

C'est une zone qui comporte des racines à rôle nutritif, située entre 0.90 et 1.50 m de profondeur, elle est très étendue et pourvue de plusieurs radicelles.

#### **c. Zone 3**

Zone a racines d'absorption : C'est une zone située généralement à une profondeur entre 1.5 et 1.8 m.

#### **d. Zone 4**

C'est une zone où les racines sont groupées en faisceau et peuvent atteindre de grandes longueurs lorsque le niveau de la nappe phréatique est très profond.

### **I .3 .2.appareil végétatif**

Il est composé des parties suivantes :

#### **A .Le tronc**

C'est un stipe cylindrique, monopodique, lignifié sans aucune ramification, très élancé, haut jusqu'à 30 m le tronc du palmier dattier ne possède pas de couche de cambium, la croissance verticale du tronc est effectuée dans son extrémités par le un

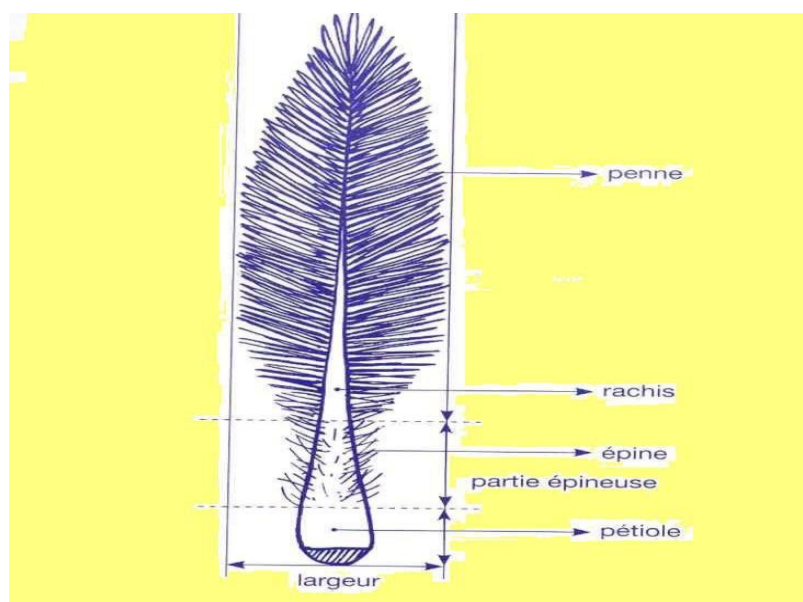
bourgeon terminal appelle phyllophore, couvert de manière visible par les gaines des feuilles tombées "cornafs", recouvertes à leur tour par un fibrillum "lif".(MUNIER, 1973)

### B. Les bourgeons

A l'aisselle de chaque palme, se trouve un bourgeon axillaire qui, en se développant, peut donner naissance à un rejet dans la région basale, et à un gourmant dans la région moyenne et sous coronaire.(MUNIER, 1973)

### C.Palmes

Les feuilles réunies en un nombre de 20 à 30 maximums, forment une couronne apicale clairsemée. Elles sont composées, pennées, longues jusqu'à 6 m; les feuilles supérieures sont ascendantes, les basales recourbées vers le bas, avec des segments coriaces, linéaires, rigides et piquants, de couleur verte. Les palmes jeunes issues de graines et âgés de moins de deux ans, présentent un pétiole et un limbe. A l'extrémité inférieure de la palme le rachis s'élargit pour former le pétiole s'insérant directement sur le tronc.(MUNIER, 1973)



**Figure 5:**Schéma d'une feuille (palme) du palmier dattier.(D'après MUNIER, 1973)

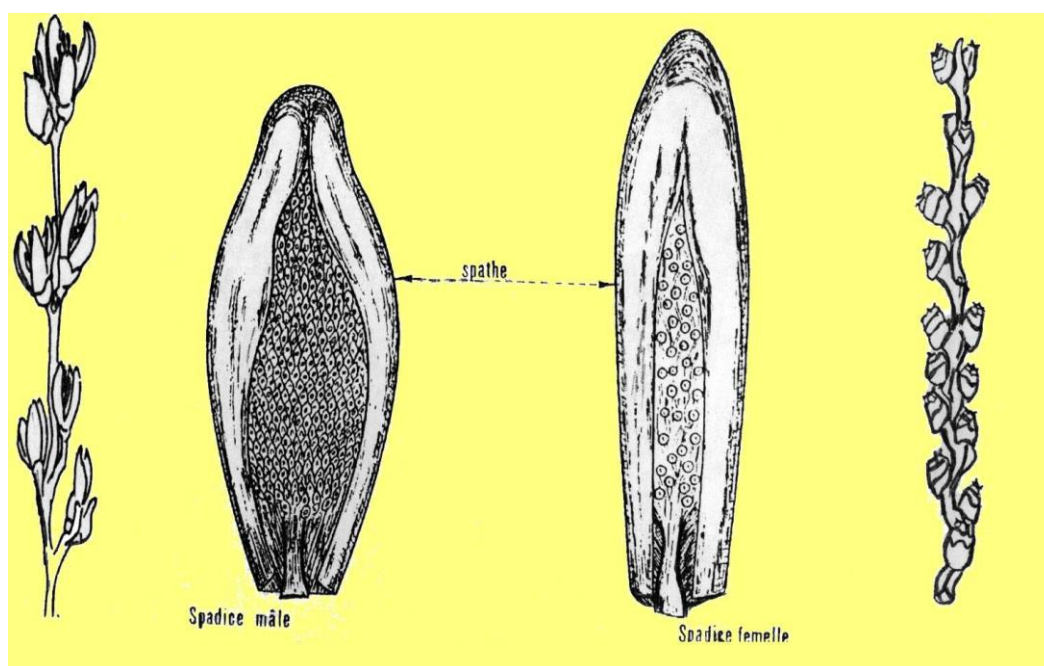
### I.3. 3.L` appareil de reproduction

Le palmier dattier est une espèce dioïque, les organes de reproduction sont composés d'inflorescences (ou spathes) mâles et femelles portées par des palmiers différents. Ces spathes sont formées à partir de bourgeons axillaires développés à l'aisselle des palmes de l'année précédente.(MUNIER, 1973)

#### A .Les fleurs

Les fleurs sont monosexuées sur plantes dioïques, petites, de couleur blanchâtre,

parfumées, réunies en spadice qui est enfermé dans une enveloppe dure appelé spathe, qui s'ouvre longitudinalement au fur et à mesure que les fleurs mûrissent, Les spathes males sont plus courtes et plus larges que les spathes femelles. le spadice est long jusqu'à 120 cm et fortement recourbé par le poids des fruits. La fleur male est d'une forme allongée, possède 6 étamines, comportant chacun deux petits sacs de pollen. La fleur femelle est globulaire à trois carpelles à ovaire supère, comportant chacune une ovule. Seulement une ovule par fleur est fécondée, ce qui conduit au développement de sa carpelle correspondante, en un fruit appelé « datte » (Al-Bekr, 1972)



**Figure 6 : Inflorescence male et femelle du palmier dattier (D'après MUNIER, 1973)**

## B- Les fruits

Les fruits communément appelés dattes, sont des baies oblongues, de couleur orange foncé à maturité, longues jusqu'à 5 cm chez les variétés cultivées, contenant une pulpe sucrée et une graine de consistance ligneuse .(MUNIER, 1973)

### I.4 Cycle de développement de palmiers dattier

Selon Belguedj (2002), le cycle de développement de datte passe généralement par quatre phases :

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



Dans le tableau ; nous présentons le 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												
Maturation												
Récolte												
Repos végétative												

**Tableau 4 : Cycle végétatif annuel du palmier dattier.(Belguedj, 2002).**

### I. 5 Importance de palmier dattier

La phoeniculture 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) (**Benziouche, 2008**)

L'Algérie occupe une place importante parmi les pays producteurs et exportateurs de dattes dans le monde.(**Benziouche et Cheriet, 2012**)

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

#### I.5.1 Echelle internationale

Le palmier dattier occupe un espace important dans le monde avec un nombre de 90 million palmiers dont plus de 73 million dans les pays arabes, produisant plus d'un million de tonne de dattes annuellement .(**FAO 2001**)

Selon les statistiques de la FAO, le nombre total de palmiers dans le monde n'a cessé pas de croitre 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 phoenicole(l'Asie, l'Afrique et l'Amérique) avec 125.5 millions de Palmiers (soit 70% du patrimoine phoenicole mondiale), dont une grande partie se trouve surtout en Iran et en Iraq avec 25 millions et 21 millions de palmiers respectivement en 2005.(**Benziouche, 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 .(**Benziouche, 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.(**Benziouche, 2016**)

### **I.5.2.Echelle nationale**

Selon les données de ministère de l’agriculture et du développement rural ; la phoeniciculture 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 net Sud-Centre du pays.(**Benziouche, 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%.

### **I.5.3.Echelle locale de Wilaya de Biskra**

D’après les données du DSA Biskra, la superficie phœnicicole est en augmentation d’une année à autre. Elle a été 20954 ha à l’année 1993 et elle est actuellement en 2018 devienne presque +2 fois pour atteindre les 43851 ha avec un taux de croissance moyen égale 103 %, (SEBA, M. F. (2020)). Performance de la phoeniciculture dans la wilaya de Biskra.

La production dattière de la wilaya de Biskra, durant les derniers 25 ans (1993 – 2018), a été toujours en croissance continue d’après le DSA Biskra, à l’exception dans les années des sècheresses. Elle est évoluée des 656055 qx en 1993 à atteindre les 4723500 qx de datte toute variété confondue en 2018 avec un taux d’évolution de 720% (SEBA, M. F. (2020)). Performance de la phoeniciculture dans la wilaya de Biskra.

### **I.5.4.Les besoins du palmier dattier**

Pour l’estimation de l’ET du palmier dattier, les premiers travaux effectués par (Furr et Armstrong , (1956)) ont estimé l’ET annuel à 1300–1600 mm, tel que rapporté par (Carr, 2012).

Les besoins en eau des palmiers en Algérie varient de 15 000 à 35 000 m<sup>3</sup>/ha/an (Zaid et Arias-Jiménez, (2002)).

Dans la région de Biskra, ont quantifié ces besoins en eau entre 10 859 et 31 973 m<sup>3</sup>/ha/an dans les deux niveaux bioclimatiques saharien et présaharien respectivement, tandis que pour Biskra, la valeur calculée était de 19 160 m<sup>3</sup>/ha/an. (Delli et Mouhouche (2017)).

## **II.Conclusion**

La wilaya de Biskra a de vastes forêts de palmiers qui fournissent toute l’Algérie avec les dates les plus pures et les plus fines. Le nombre total de palmiers est estimé à

36.100.236, produit par 1.286.835 quantar, dont 2.139.244 palmiers produits par Dagan Nur, produit par 723.249 quantar annuellement. Plus de 700 nouveaux palmiers sont ajoutés dans le cadre du programme de soutien agricole en cours. Le mandat passe au premier niveau avec environ 3 millions de palmiers.

## **Deuxième partie : Matériel et méthode**

# **Chapitre I : Présentation De logiciel (Cropwat 8.0 )**

## I – Introduction

La région de Biskra est une collection des ensembles des oasis nommés Ziban qui signifie dans la langue traditionnelle oasis, le chef-lieu de la wilaya de Biskra appelé Arous el Ziban. Appelé ainsi Vescether (Ptolémée), Vescera, Bescera, Pescara (Léon l'Africain), Biskra .(M. Cote, 2013 in Messaoud, 2019)

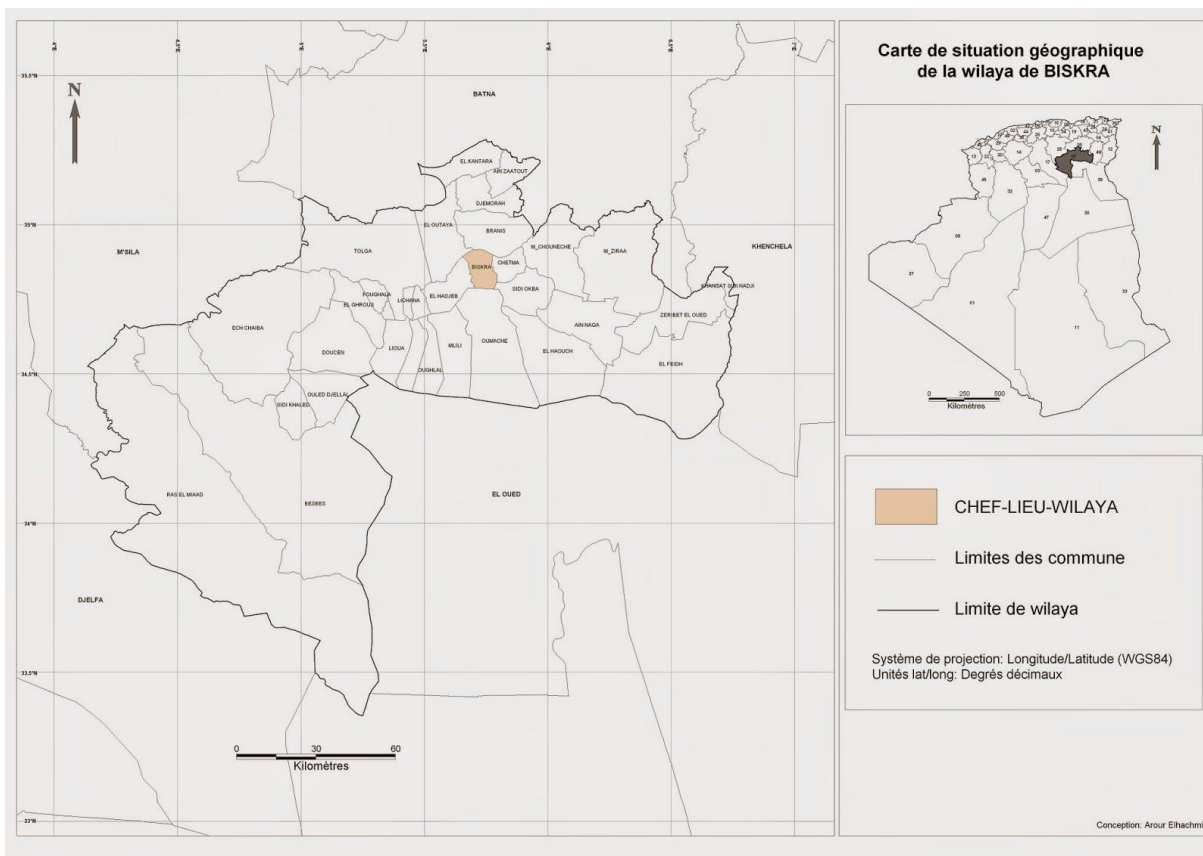
### I -1 Situation géographique de Biskra

Est située à 470 Km au Sud-Est d'Alger. Chef-lieu de Wilaya, d'une superficie de 21 671 Km<sup>2</sup>, sa population est d'environ 600 000 habitants. Biskra est située sur les lignes 34,48° de latitude nord, à une longitude de 5,73° Est et à 87 m d'altitude. Entre montagne et plaine, elle est un carrefour d'itinéraires historiques ralliant Sud et Nord ainsi que l'Est et l'Ouest. Elle est enchaînée par deux rivières : Oued Foddala descendant du djebel Belezma et l'Oued Abdi descendant du Djebel Mahmel qui parcourent 120 km pour arriver chacune de son côté au couloir "Faj" et qui donnent naissance à l'Oued Sidi Zarzour.

La région de Biskra est une zone de transition entre les domaines atlasiques montagneux et plissés du Nord et les étendues plates et désertiques du Sahara septentrional au Sud. Elle s'étend sur une superficie d'environ 21.509.80 Km<sup>2</sup> (D.S.A, 2016), située entre 4°15' et 6°45' Est de longitude et entre 35°15' et 33°30' degré Nord de latitude. L'altitude varie entre 29 et 1 600 mètres par rapport au niveau de la mer .(CHEBBAH. M, 2007,32)

La wilaya de Biskra est issue du découpage administratif de 1974.(A.N.D.I, 2013) et comprend actuellement 12 daïras et 33communes. Ses limites territoriales se résument comme suit :

- ♣ 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 7 :** Situation géographique de la wilaya de Biskra.

<http://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2014/10/cartegeographiqueBISKRA.htm>  
m9-5-2015

### I .1.1. Les Caractéristiques géologiques

D'une manière générale, la région de Biskra est composée de quatre éléments géomorphologiques divers: les montagnes, les plaines, les plateaux et les dépressions **.(Dubost et Larbi, 1998; I.N.R.A.A, 2006; Bougherara et Lacaze, 2009)**

- **Zone des Montagneuse:** elles sont localisées au nord et occupent une superficie peu importante. **(El Kantara, Djamoura, M'chounche)** et dont le point culminant apparaît dans le Djebel Takyiout (1942m). Celles-ci sont généralement dénudées de toute végétation naturelle. Cette chaine montagneuse est constituée des monts d'El Gaid, Hamara, Guessoum (1087 m), Rabba (721m), Kara, Bourezale, M'lili (1496m), Houja (1070 m), Ahmar khedou et Tekiout (1942m) **(A.N.A.T, 2003, I.N.R.A.A, 2006)**
- **Zone des plateaux:** située à l'ouest et s'étend du nord au sud et englobe les daïras de OuledDjallal, Sidi khaled et une partie de Tolga**(A.N.A.T, 2003, I.N.R.A.A, 2006)**
- **Zone des plaines:** s'étend sur l'axe El Outaya- Sidi Okba- Zeribet El Oued et Doucen.,

elles sont caractérisées par des sols profonds et fertiles (A.N.A.T, 2003, I.N.R.A.A, 2006)

- **Zone des dépressions:**

Chatt- Melghigh, située dans la partie sud-est de la région de Biskra (A.N.A.T, 2003)

## **I.2 .Description de la diversité dans les cultures agricoles**

### **A .Les cultures maraichères**

La région d'étude connue une dynamique remarquable grâce à l'introduction et au développement des maraichages .Elles représentent 12497 Ha les espèces et variétés. Le défi peut être relevé à la seule condition de maintenir le rythme actuel des investissements tout en concentrant les efforts dans la maîtrise de l'intensification du développement agricole dans le sud de l'Algérie. Ainsi, un zoom sur les différentes activités agricoles et les multiples cultures pratiquées dans la wilaya de Biskra permet de cerner la dimension de l'agriculture saharienne en Algérie et ses perspectives. Avec 185 473 hectares de surface agricole utile (SAU), la wilaya de Biskra est l'axe principal pour plusieurs productions agricoles et joue un rôle incontournable dans l'approvisionnement du marché en produits de large consommation. Outre la datte dont la région est la terre de prédilection à l'instar des wilayas d'El Oued et Ghardaïa, le marché des produits agricoles doit son approvisionnement permanent, en hors saison, à la wilaya de Biskra où les légumes sont produits durant toute l'année. Dans cette région du pays, la plasticulture démontre que les cultures sous serre représentent une alternative efficace pour contourner les aléas climatiques menaçant toujours les activités agricoles ..( **Ammar CEMALI, Pr BENNAZZOUZ ,Mohamed Tahar ,2016**)

### **B-les cultures fourragères**

Les cultures fourragères en particulier dans l'orge en vert .Ce produit utilise comme aliment de l'élevage caprin laitier. Elles représentent 2385h ..( **Ammar CEMALI, Pr BENNAZZOUZ ,Mohamed Tahar ,2016**)

### **C- Les cultures industrielles**

Une culture industrielle est une espèce végétale cultivée dans le but d'alimenter en matières premières des industries de transformation, y compris dans le secteur agro-alimentaire. Généralement les rendements sont très faibles . Elles représentent 11h.( **Ammar CEMALI, Pr BENNAZZOUZ ,Mohamed Tahar ,2016**)

### **D- Les palmiers**

La région de Biskra (ZIBAN) avec près d'un million de palmiers serait classée premier région de production de DEGLET NOUR .elles représentent 22756h et



1143090 Palm.(Ammar CEMALI, Pr BENNAZZOUZ ,Mohamed Tahar ,2016)

## II. Matériel

### II.1 Introduction

Cropwat est un logiciel informatique qui permet de calculer les besoins en eau des cultures et les besoins en irrigation à partir de données climatiques et culturales fournies par l'utilisateur. De plus, le logiciel 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.

### II.2 .Présentation de logiciel de CROPWAT

CROPWAT est un outil d'aide à la décision développé par la Division de la mise en valeur des terres et des eaux de la FAO.CROPWAT 8.0 pour Windows est un programme informatique qui permet de calculer les besoins en eau des cultures et les besoins en irrigation sur la base des données relatives au sol, au climat et aux cultures. En outre, le programme permet d'élaborer des programmes d'irrigation pour différentes conditions de gestion et de calculer l'approvisionnement en eau pour différents types de cultures. CROPWAT 8.0 peut également être utilisé pour évaluer les pratiques d'irrigation des agriculteurs et pour estimer les performances des cultures dans des conditions pluviales et irriguées.(<https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/cropwat/en>).

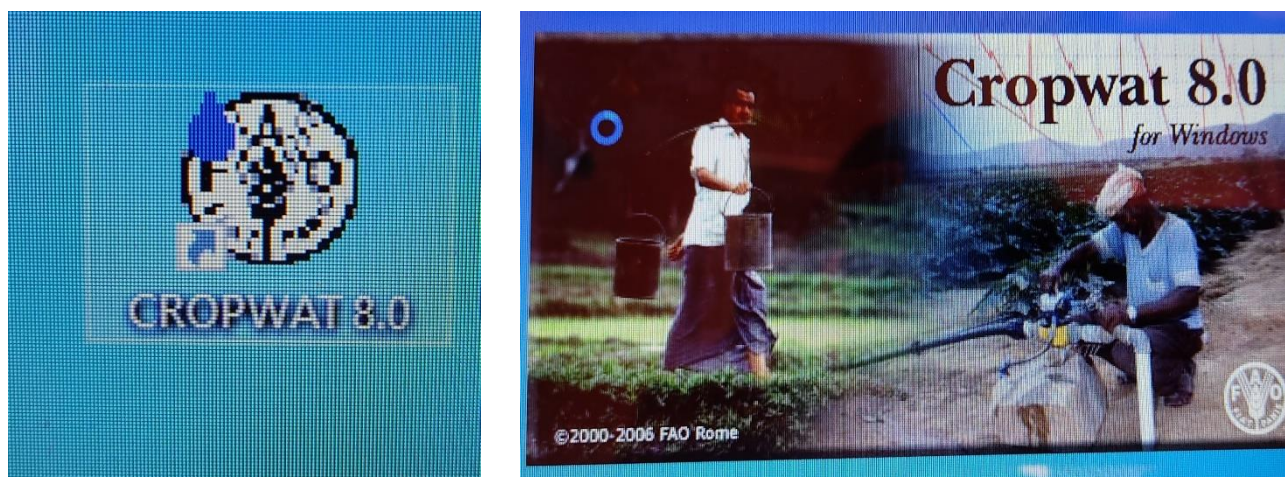


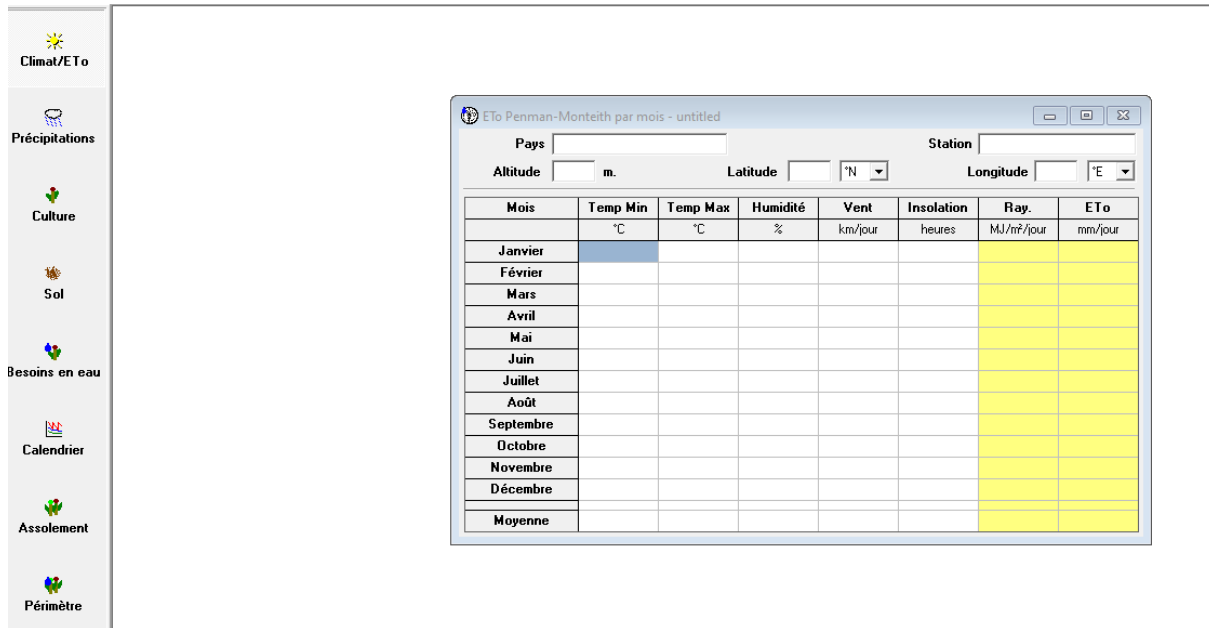
Figure 8 : le logiciel (CROPWAT 8.0 )

### I . 3 Méthodologie de travail avec le logiciel Cropwat

Le logiciel Cropwat exige 5 données climatiques d'une station météorologique normalisée. la FAO propose les méthodes d'estimation de dans son Bulletin .(boudjelal,et bommoun,2006)

**II . 3. 1 Collecte et analyse des données utilisées par le 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/ km/heure)
- durée d'insolation moyenne mensuelle ( %)



**Figure 9 :** Fenêtre d’encodage des données climatiques,calcul de l’ET0. du logiciel CROPWAT 8.0 (Debauche, et al., 2011)

**II .4 Les données utilisées par le CROPWAT dans le calcul de Besoin**

Après nous avons recueilli des données climatiques de la Wilaya de Biskra laperiode de 1975/2000 est intégré dans le Climatwat. Alors que les données de 2001/2018 sont collecté de la station météo de Biskra Nous entrons les données dans le logiciel CROPWAT 8.0 pour calculer des besoins en eau des palmiers dattier sur deux période de 20 ans 1975 /2000 et

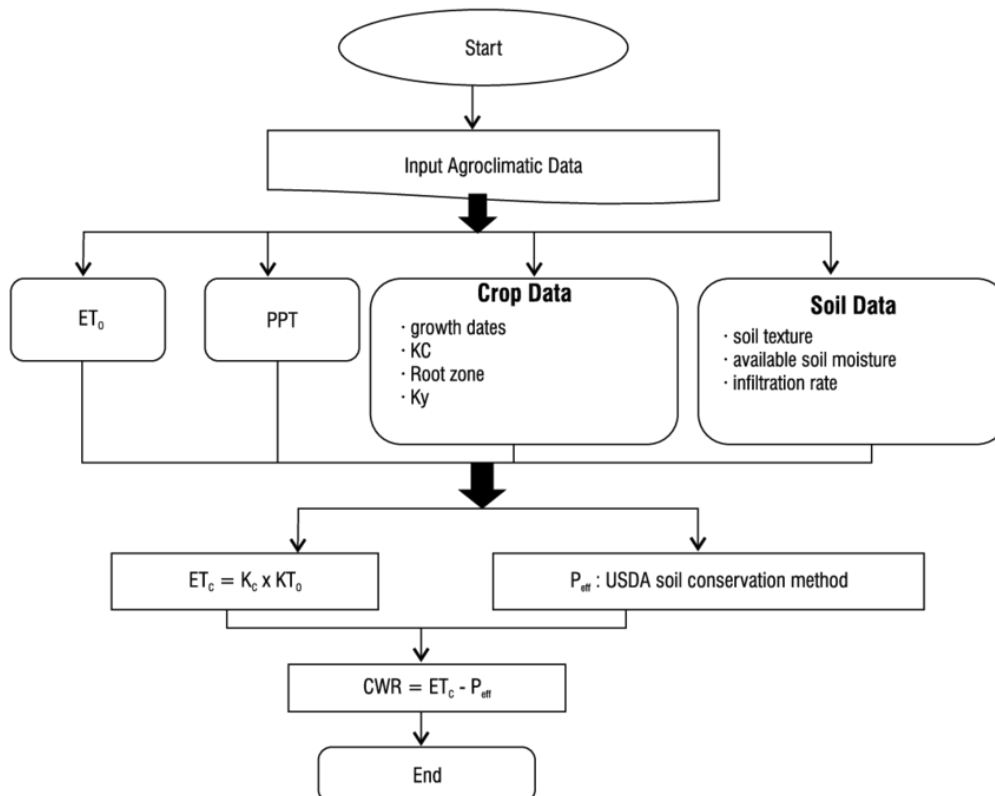


Figure 10: CROPWAT 8.0 flowchart (Muhammad et al., 2019)

#### II .4 .1 Calcul de l'Et0 avec cropwat

Pour calculer l'évapotranspiration de référence (ET<sub>0</sub>), en utilisant la méthode de Penman-Monteith, il faut disposer de données moyennes journalières. Penman-Monteith, il faut disposer de données moyennes journalières, y compris les températures maximales et minimales (°C), heures d'ensoleillement (heure), vitesse du vent (km/jour) et humidité relative (%).

La forme de Penman-Monteith de l'équation de combinaison est la suivante :

$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)}$$

Où :

**ET<sub>0</sub>** est l'évapotranspiration de référence (mm jour<sup>-1</sup>).

**R<sub>n</sub>** est le rayonnement net (MJ m<sup>-2</sup> jour<sup>-1</sup>).

**G** est la densité du flux thermique du sol (MJ m<sup>-2</sup>day<sup>-1</sup>).

**T** est la température moyenne journalière de l'air à 2m de hauteur (°C).

**U<sub>2</sub>** est la vitesse du vent à 2m de hauteur.

**e<sub>s</sub>** est la pression de vapeur saturante (kPa).

**e<sub>a</sub>** est la pression de vapeur réelle (kPa).

( $e_s - e$ ) est la pression de vapeur réelle (kPa).

( $e_s - e$ ) est la pression de vapeur réelle (kPa).vapeur réelle (kPa).

( $e_s - e_a$ ) est le déficit de pression de vapeur de l'air (kPa).

$\Delta - e_a$  est le déficit de pression de vapeur de l'air (kPa).

(kPa),  $\Delta$  est la pente de la courbe de pression de vapeur.

(kPa °C-1) et  $\gamma$  est la constante psychométrique (kPa °C-1).

### II .4 . 2 Module pluviométrique

Les données d'entrée du module pluviométrique sont des données mensuelles sur les précipitations. Afin de tenir compte des pertes dues au ruissellement ou à la percolation, le module les précipitations effectives sont calculées à l'aide d'une méthode empirique.

#### A .la méthode USDA

**Tableau 5 : module de pluviométrie .**

Colonne1	Colonne2	Colonne3
	Pluie mm	Pluie eff. mm
Janvier	9.0	8.9
Février	8.0	7.9
Mars	12.0	11.8
Avril	10.0	9.8
Mai	13.0	12.7
Juin	6.0	5.9
Juillet	2.0	2.0
Août	6.0	5.9
Septembre	20.0	19.4
Octobre	16.0	15.6
Novembre	18.0	17.5
Décembre	8.0	7.9
Total	128.0	125.3

$$P_{\text{eff}} = (P \times (125 - 0.2 \times 3 \times P)) / 125 \quad \text{pour } P \leq 250 / 3 \text{ mm}$$

$$P_{\text{eff}} = 125/3 + 0.1 \times P \quad \text{pour } P > 250/3 \text{ mm}$$

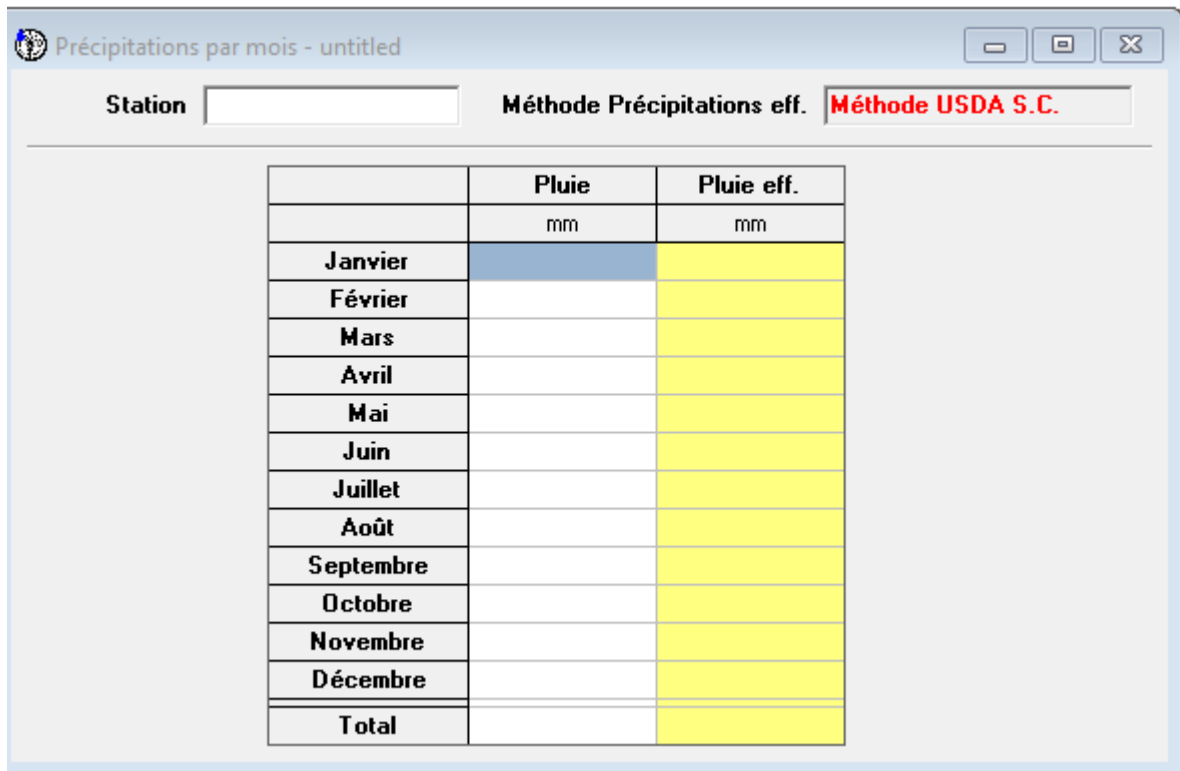


Figure 11 :calcul des pluies efficaces.

### II .4 . 3 Module de culture

Les détails de la culture liés à l'étude, tels que la durée des différents stades de croissance du palmier dattier. Différents stades de croissance du palmier dattier en jours, les valeurs Kc la profondeur d'enracinement (m), l'épuisement critique (fraction), le facteur de réponse au rendement et la hauteur de la culture (m). de réponse au rendement et la hauteur de la culture (m) sont donnés comme données d'entrée au modèle . Les détails spécifiques du palmier dattier ont été collectés auprès cropwatfao.

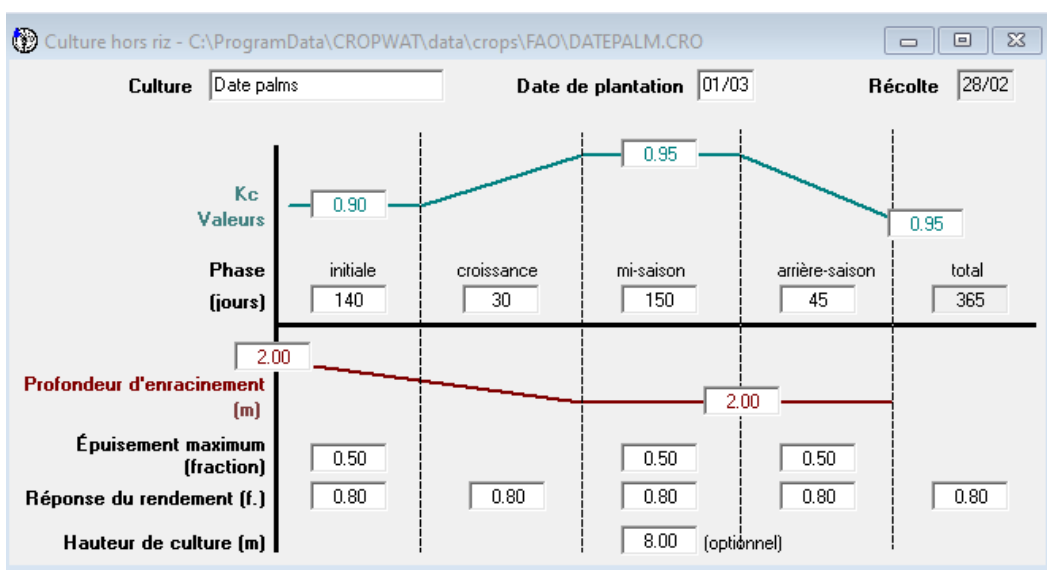


Figure 12 : Les données de la culture de palmier dattier .

II .4 . 4 Module de sol

Les données d'entrée du module sol sont présentées dans la figure 13

The screenshot shows a software window titled "Sol - untitled". It contains a form for entering soil data. At the top, there is a field for "Nom du sol". Below it, a section titled "Données générales sur le sol" contains five rows of input fields with their respective units:

- Eau disponible totale (CC - PF) [input field] mm/mètre
- Taux d'infiltration maximum de l'eau de pluie [input field] mm/jour
- Profondeur maximum d'enracinement [input field] centimètres
- Épuisement de la teneur en eau initiale (en % TAM) [input field] %
- Eau disponible initiale [input field] mm/mètre

Figure 13 : Les données du module sol

II .4 . 5 Module sur les besoins en eau des cultures

La quantité d'eau nécessaire pour compenser la perte d'évapotranspiration du champ cultivé est définie comme suit l'évapotranspiration du champ cultivé est définie comme le besoin en eau de la culture. Les besoins en eau des cultures se réfèrent à la quantité d'eau qui doit être fournie, alors que l'évapotranspiration des cultures correspond à la quantité d'eau perdue par évapotranspiration. Le module "Besoins en eau des cultures comprend des calculs, produisant le besoin en eau d'irrigation de la culture sur une base journalière.et sur l'ensemble de la saison de croissance, en tant que différence entre l'évapotranspiration de la culture et l'évapotranspiration de la culture dans des conditions normales. (Doorenbos et Pruitt, 1977).

La différence entre l'évapotranspiration de la culture dans des conditions standard et les précipitations effectives.

ETcest appelée le besoin en eau de la culture (CW R) en mm/jour. Il est défini comme "la quantité d'eau nécessaire pour couvrir la perte d'eau par évapotranspiration.

(Doorenbos et Pruitt, 1977).

The screenshot shows a software window titled "Besoins en eau des cultures". It contains input fields for "Station ETo", "Station Pluie", "Culture", and "Date de plantation". Below these is a table for calculating water requirements:

Mois	Décade	Phase	Kc	ETculture	ETculture	Pluie eff.	Bes. Irr.	Ir. Req.
			coeff	mm/jour	mm/dec	mm/dec	mm/dec	mm/dec

figure 14 : tableau de calcul des besoins en eau.

**Le modèle calcule l'ETc comme suit :**

$$ETc = Kc \times ET0$$

Kc est le coefficient de la culture Les besoins en eau de la culture (ETc ) du palmier dattier ont été calculés en multipliant le coefficient de culture (Kc) par l'ETc.a été calculé en multipliant le coefficient de culture (Kc) avec l'ET0 à différents stades de croissance et d'irrigation

le besoin d'irrigation est calculé comme suit :

$$\text{Besoin d'irrigation} = ETc - Peff.$$

### **III -Conclusion**

Le Cropwat est un logiciel d'aide à la gestion de l'irrigation, Il permet le calcul des besoins en eau des cultures et des quantités d'eau d'irrigation. 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 .(Abbi salima,2020)

## **Chapitre II :**

# **Résultat et discussion**



## I . Résultat et discussion

### I. 1 Introduction

Dans cette partie, nous interprétons nos résultats, en premier lieu en situant l'Evapotranspiration de la culture de référence ETo , la Pluie efficace l'évapotranspiration de la culture ETc et les besoin en eau des palmiers dattier par rapport aux normes qui existent dans la bibliographie et celle obtenue par d'autre chercheurs.

#### I.1 Calcul des besoins des besoins en eau

##### I.1.1.l'Evapotranspiration de la culture de référence (ETo) pour la période (1975-2000):

Les données d'entrée, le climat, le sol/substrat et la culture de la zone d'étude ont été introduites dans le modèle CROPWAT 8.0 afin d'estimer les besoins en eau des cultures.

La valeur la plus élevée l'Evapotranspiration de la culture de référence est estimée à 174.69 mm/mois en juillet et La valeur la plus faible de l'Evapotranspiration de la culture de référence est estimée à 35.16 mm/mois en janvier . (Tableau 6)

L'Evapotranspiration de la culture de référence (ETo) annuelle est de 1222.83 mm/an.

Tableau 6 : Valeurs moyennes mensuelles des paramètres climatiques et la calcul de l'évapotranspiration de la culture de référence : (1975-2000)

Mois	Temp Min	Temp Max	Humidité	Vent	Insolation	Ray.	ETo
	°C	°C	%	m/s	%	MJ/m <sup>2</sup> /jour	mm/mois
Janvier	6.7	16.1	70	0.6	61	10.4	35.16
Février	7.8	18.3	61	0.6	68	13.8	47.95
Mars	11.1	21.1	57	0.7	70	17.9	82.07
Avril	14.4	26.1	46	0.7	70	21.6	112.67
Mai	18.3	30.5	45	0.6	70	24.0	140.25
Juin	23.9	36.1	38	0.6	70	24.9	156.78
Juillet	26.7	41.7	31	0.5	77	25.8	174.69
Août	26.1	40.4	39	0.5	76	23.5	164.86
Septembre	22.8	34.4	50	0.6	78	20.3	131.28
Octobre	17.2	27.8	55	0.6	69	15.0	87.71
Novembre	11.7	21.1	61	0.7	62	11.0	52.66
Décembre	7.2	16.7	65	0.7	61	9.5	36.76
Moyenne	16.2	27.5	52	0.6	69	18.1	1222.83

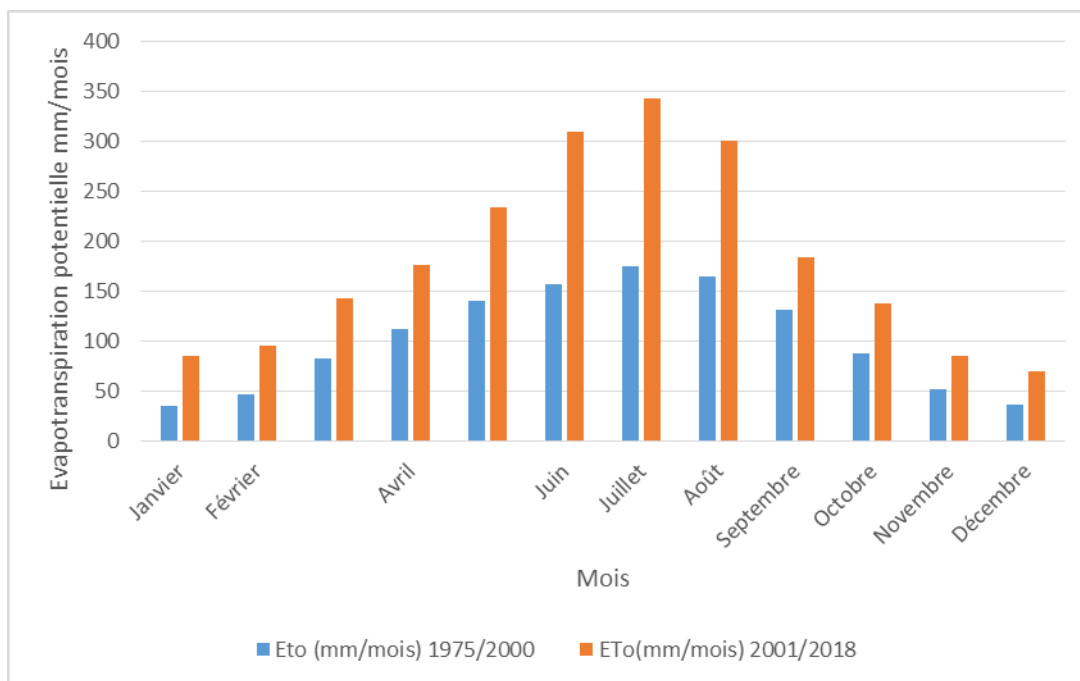
**I.1.2 l'Evapotranspiration de la culture de référence (ETo) pour la période (2001-2018)**

La valeur la plus élevée l'Evapotranspiration de la culture de référence est estimée à 342.22 mm/mois en juillet et La valeur la plus faible de l'Evapotranspiration de la culture de référence est estimée à 69.77 mm/mois en décembre. (Tableau 7)

L'Evapotranspiration de la culture de référence (ETo) annuelle est de 2164.91 mm/an.

**Tableau 7:** Valeurs moyennes mensuelles des paramètres climatiques : (2001-2018)

Mois	TempMoy	Humidité	Vent	Insolation	Ray.	ETo
	°C	%	m/s	%	MJ/m <sup>2</sup> /jour	mm/mois
Janvier	12.2	56	4.8	10	5.6	85.72
Février	13.3	48	4.7	12	7.3	95.76
Mars	17.6	43	4.8	12	9.3	143.47
Avril	21.0	39	5.0	13	11.3	176.21
Mai	26.3	33	4.9	14	12.8	233.96
Juin	31.3	29	6.2	15	13.5	309.54
Juillet	34.9	26	5.6	15	13.2	342.22
Août	34.0	31	5.1	15	12.1	300.66
Septembre	28.8	40	3.5	12	9.8	183.81
Octobre	24.0	48	3.3	11	7.7	138.41
Novembre	17.0	55	2.9	11	6.0	85.37
Décembre	12.7	59	3.3	10	5.1	69.77
Moyenne	22.8	42	4.5	13	9.5	2164.91



**Figure 15 :** l' Evapotranspiration potentielle mm/mois de la wilaya de Biskra durant (1975 -2000)et (2001-2018)

### I.1.3 Discussion de l' Evapotranspiration potentielle mm/mois de la wilaya de Biskra durant (1975 -2000)et (2001-2018)

On remarque que l'évapotranspiration potentielle mensuelle calculée sur la période (1975-2000) par logiciel cropwat 8.0 est. **1222.83** mm / an pour la région de Biskra et par contre **2164.91** mm / an sur la période (2001-2018) .( le tableau 06 et 7)

L'évapotranspiration potentielle de la période (1975-2000), en remarque que dans les deux périodes la grande valeur de ETo c'est dans la mois de juillet, et la faible valeur dans les deux mois Janvier et Février.

En Algérie l'évapotranspiration potentielle varie de 800 mm dans le nord-est du pays à plus de 2 200 mm dans le sud-est. FAO. Dans les deux la période 1975/2000 et 2001/2018 les valeurs d'ET0 les plus élevée sont été et le moins élevée est enregistré en hiver .(figure 15) Pour la moyenne d'évapotranspiration potentielle annuelle nous avons 940.2mm/an et 1806.1mm/an pour la période de 1975/2000 et 1754.8mm/an respectivement soit une augmentation de 70%. soit une augmentation plus de 46 %.

en expliquer cette augmentation : par la déférence des paramètres climatiques, l'augmentation de les paramètres climatiques de la période (2001-2018) sont : Température (C°) ; et diminuions des précipitations et humidité mm ; Vitesse du vent (m/s) ;

### I.1.4 Calcule de pluie efficace (1975-2000)

Dans le tableau n°8 , On a la maximal valeur de la pluie est 19.4 mm à septembre par contre le minimal valeur à juillet 2 mm et les pluies efficace annelle est 125.3 mm.

**Tableau 7**

**Tableau 8** :donnée pluie efficace de période (1975-2000) :

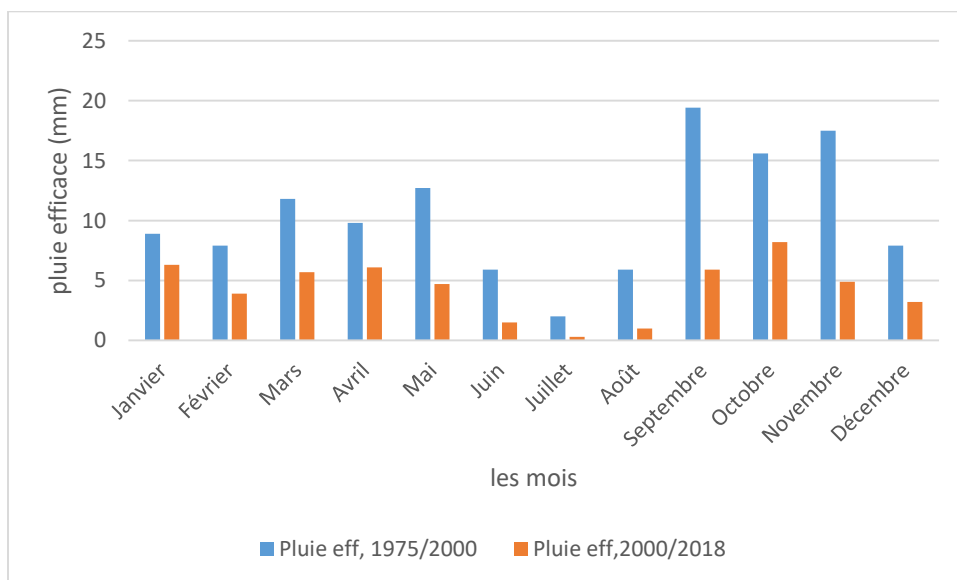
	<b>Pluie</b>	<b>Pluie eff.</b>
	<b>mm</b>	<b>mm</b>
<b>Janvier</b>	<b>9.0</b>	<b>8.9</b>
<b>Février</b>	<b>8.0</b>	<b>7.9</b>
<b>Mars</b>	<b>12.0</b>	<b>11.8</b>
<b>Avril</b>	<b>10.0</b>	<b>9.8</b>
<b>Mai</b>	<b>13.0</b>	<b>12.7</b>
<b>Juin</b>	<b>6.0</b>	<b>5.9</b>
<b>Juillet</b>	<b>2.0</b>	<b>2.0</b>
<b>Août</b>	<b>6.0</b>	<b>5.9</b>
<b>Septembre</b>	<b>20.0</b>	<b>19.4</b>
<b>Octobre</b>	<b>16.0</b>	<b>15.6</b>
<b>Novembre</b>	<b>18.0</b>	<b>17.5</b>
<b>Décembre</b>	<b>8.0</b>	<b>7.9</b>
<b>Total</b>	<b>128.0</b>	<b>125.3</b>

**I.1.5 Calcule de pluie efficace (2001-2018)**

Dans le tableau n°9 , Les valeur élevée de précipitation sont enregistré en mois d’octobre de 8.1 mm/mois pour le mois de juillet est les valeurs sont presque nul 0,3 mm/mois.Les précipitations annuelle sont de 51,2 mm/an. **Tableau 10**

**Tableau 9 :** donnée pluie efficace de période (2001-2018) :

Les mois	Pluie mm	Pluie eff. mm
Janvier	6.3	6.2
Février	3.9	3.9
Mars	5.7	5.6
Avril	6.1	6.0
Mai	4.7	4.7
Juin	1.5	1.5
Juillet	0.3	0.3
Août	1.0	1.0
Septembre	5.9	5.8
Octobre	8.2	8.1
Novembre	4.9	4.9
Décembre	3.2	3.2
Total	51.7	51.2



**Figure 16 :** les pluie efficace des périodes (1975-2000)et (2001-2018)

**I.1.6 Discusion de la pluie efficace durant (1975 -2000)et (2001-2018)**

les résultats révèlent aussi à la baisse des précipitations annuelles, on à la période (1975-2000) est 125.3 mm /an et (2001-2018) est 51.2 mm /an .( Tableau 8et 9)

En remarque que la pluie efficace augmente au les mois de l’hiver septembre ,octobre et

novembre et diminuer en été juin aout et plus rare en juillet . (figure 16)

Sur l'ensemble du pays, les précipitations moyennes s'élèvent à 89 mm/an.

<https://www.fao.org/in-action/water-efficiency-nena>

### I.1.7 Calcul l'évapotranspiration de la culture (ETc) (1975-2000)

La valeur la plus élevée l'Evapotranspiration de la culture est de 153.9 mm/mois en Mai et La valeur la plus faible de l'Evapotranspiration de la culture est estimée à 31.4 mm/mois en Novembre , L'Evapotranspiration de la culture ETc annuelle est de 1065.6 mm/an.( **Tableau 10**)

**Tableau 10 : l'évapotranspiration de la culture (ETc) de la période (1975-2000)**

Mois	ETc
	mm/mois
<b>Janvier</b>	<b>74,7</b>
<b>Février</b>	<b>100,4</b>
<b>Mars</b>	<b>126,2</b>
<b>Avril</b>	<b>140,2</b>
<b>Mai</b>	<b>153,9</b>
<b>Juin</b>	<b>137,6</b>
<b>Juillet</b>	<b>108,2</b>
<b>Août</b>	<b>74,5</b>
<b>Septembre</b>	<b>45,5</b>
<b>Octobre</b>	<b>32,2</b>
<b>Novembre</b>	<b>31,4</b>
<b>Décembre</b>	<b>40,8</b>
<b>Moyenne</b>	<b>1065,6</b>

### I.1.8 Calcul l'évapotranspiration de la culture (ETc) de la période (2001-2018)

La valeur la plus élevée l'Evapotranspiration de la culture est estimée à 300.5 mm/mois en Mai et La valeur la plus faible de l'Evapotranspiration de la culture est estimée à 52.5 mm/mois en octobre .L'Evapotranspiration de la culture ETc annuelle est de 1806.1 mm/an. (**Tableau 11**).

Tableau 11 : l'évapotranspiration de la culture (ETc) de la période (2001-2018)

Mois	ETc
	mm/mois
Janvier	129,6
Février	159,9
Mars	212,5
Avril	276,7
Mai	300,5
Juin	226,8
Juillet	137,1
Août	102
Septembre	63,9
Octobre	52,5
Novembre	67
Décembre	77,6
Moyenne	1806,1

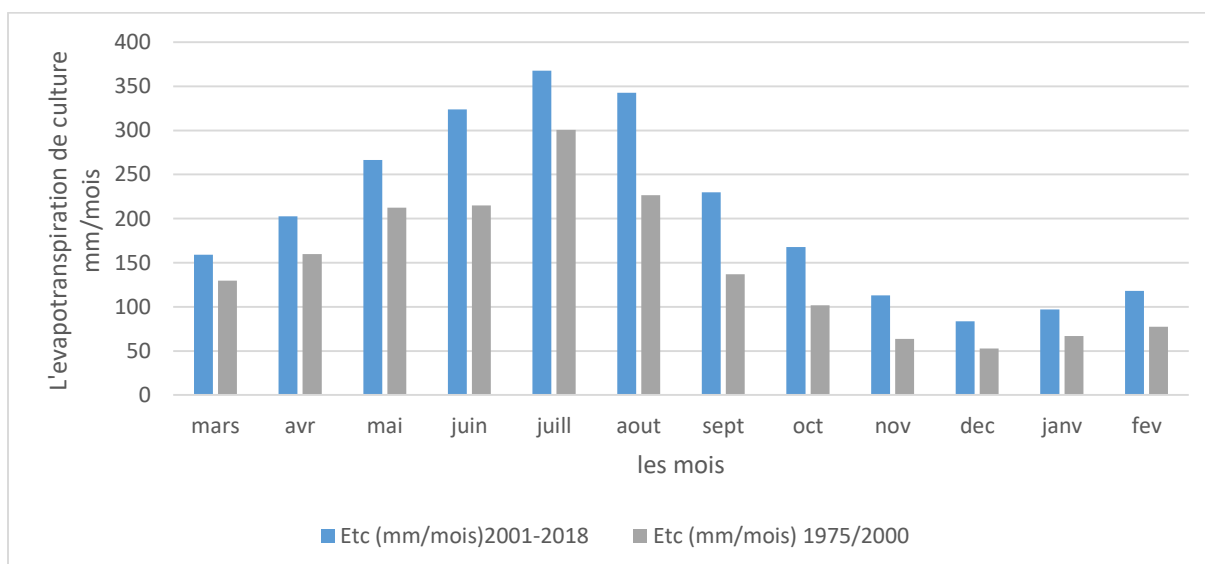


Figure 17 : l'évapotranspiration de la culture (ETc) durant (1975 -2000)et (2001-2018)

**I.1.9 Discussion l'évapotranspiration de culture durant (1975 -2000)et (2001-2018)**

On remarque que l'évapotranspiration de culture annuel calculée sur la période (1975-2000) par logiciel cropwat 8.0 est.1065.6 mm / an pour la région de Biskra et par contre 1806.1 mm / an sur la période (2001-2018) . (tableau 10 et 11)

L'ETc pour les deux période augmente au cours de reprise des activités du palmier partir du mois de Mars et commence diminué à partir du mois de Septembre se qui correspond a la fin de récolte. l'ETc à la période (1975-2001) est de 1065,6 mm/an, pour la période (2001-2018) est 1754.8mm/an

Nous avons calculé le pourcentage d'augmentation entre les deux périodes est 69 % en

expliquer cette augmentation : par la déférence des valeurs de ETo vue que le climat a tendance a séché.

#### I.1.10 calcul de besoin en eau de palmier dattier (1975-2000)

La valeur la plus élevée de la besoin en eau de palmier dattier est estimée à 151.9 mm/mois en mai et La valeur la plus faible est estimée 22.7 à mm/mois en novembre .Le besoin en eau annuelle est de 940.1 mm/an/Ha .( tableau n°12)

**Tableau 12** : calcul les besoin en eau de palmier dattier de la période (1975-2000)

Mois	ETc	Pluie eff.	Bes. Irr.
	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Janvier	129,6	5,6	124
Février	159,9	6	153,9
Mars	212,5	4,5	208
Avril	276,7	1,5	275
Mai	300,5	0,3	300,1
Juin	226,8	1,2	225,7
Juillet	137,1	5,8	131,2
Août	102	8	94
Septembre	63,9	4,9	59
Octobre	52,5	3,3	49,4
Novembre	67	6,1	60,9
Décembre	77,6	4	73,6
Moyenne	1806,1	51,2	1754,8

#### I.1.11 calcul de besoin en eau de palmier dattier (2001-2018)

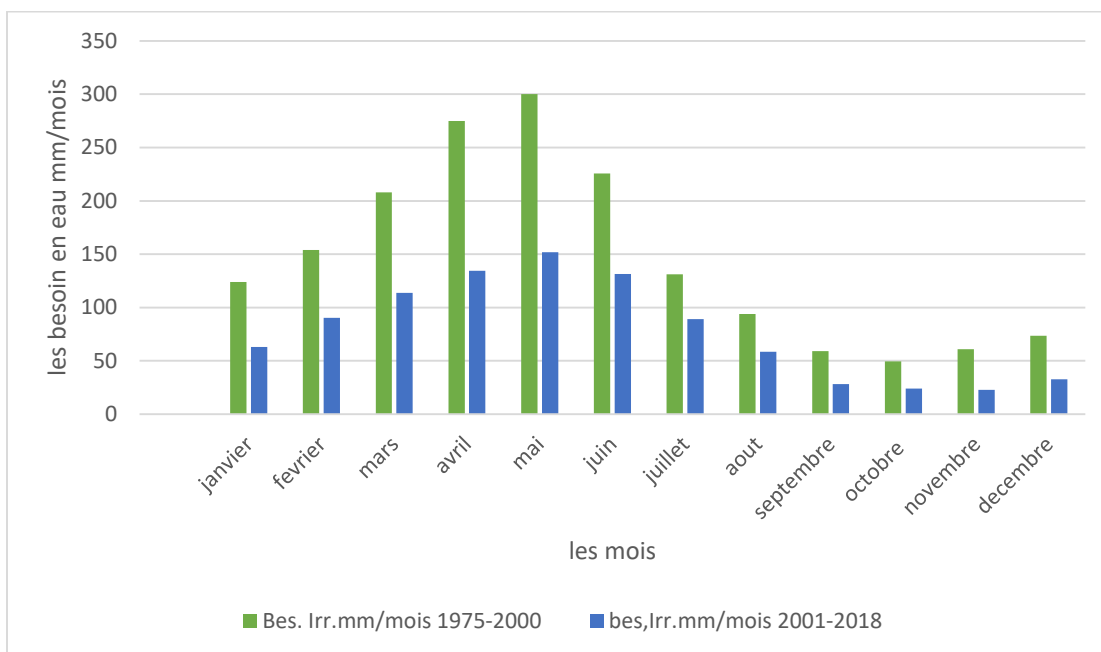
La valeur la plus élevée de besoin en eau est estimée à 300.1 mm/mois en mai et La valeur la plus faible est estimée à 49.4 mm/mois/ mm/an/Ha en octobre .

Le besoin en eau annuelle est de 1754.8 mm/an/ mm/an/Ha.(tableau n°13)

**Tableau 13** : calcul les besoin en eau de palmier dattier de la période (2001-2018).

Mois	ETc	Pluie eff.	Bes. Irr.
	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Janvier	129,6	5,6	124
Février	159,9	6	153,9
Mars	212,5	4,5	208
Avril	276,7	1,5	275
Mai	300,5	0,3	300,1
Juin	226,8	1,2	225,7
Juillet	137,1	5,8	131,2
Août	102	8	94
Septembre	63,9	4,9	59
Octobre	52,5	3,3	49,4
Novembre	67	6,1	60,9

<b>Décembre</b>	<b>77,6</b>	<b>4</b>	<b>73,6</b>
<b>Moyenne</b>	<b>1806,1</b>	<b>51,2</b>	<b>1754,8</b>



**Figure 18 :les besoin en eau de palmier dattier de deux période (1975-2000)et(2001-2018)**

**I.1.12 Discussion de Les besoin en eau de palmier dattier (1975 -2000)et (2001-2018)**

Les besoins élevée coïncide avec la reprise des activités du palmier avec le printemps et diminue après la récolte des dattes. Les besoins annuelle en eau du palmier dattier estimé 940.2 mm/an/Ha de (1975/ 2000) et de 1754.8 mm/an/Ha pour la période (2001-2018).

(tableau 12 et 13)Soit une augmentation plus de 46 %.Cette augmentation est dû au changement des paramètres climatiques augmentation des températures et diminution des pluies ce qui conduit à la diminution de l’humidité. (Figure 18 )

**II. conclusion**

Au terme de résultat et discussion , il convient de rappeler que Les besoin en eau annuelle sur la période (1975-2000) est de 940.1 mm/an augmente de la valeur de la période (2001-2018) est de 1754.8 mm/an. ,soit une croissance de 86 .



# **Conclusion Général**

## Conclusion Général

---

### Conclusion

Notre travail a pour but de déterminer les besoins en eau des (Palmier dattier) dans la région de Ziban- Biskra- en utilisant logiciel « CROPWAT 8.0 » par méthode de Penman\_ Monteith, On se basant sur les variables climatiques (Température, précipitation, Humidité relative, vitesse du vent et durant l'insolation) de deux période (1975-2000) et (2001-2018) .

D'après les résultats obtenus :

L'évapotranspiration potentielle mensuelle calculée sur la période (1975-2000) par logiciel cropwat 8.0 est.1222.83 mm / an pour la région de Biskra augmente de la valeur de la période (2001-2018) est 2164.91 mm / an, Soit une croissance de 56 .

La valeur de la pluie efficace annuel de la période (1975-2000) est 125.3 **mm** augmente deLa valeur de la pluie efficace de la période annuel (2001 -2018) est **51.2 mm** , soit une croissance de 59 .

La valeur de l'évapotranspiration de culture annuel calculée sur la période (1975-2000) par logiciel cropwat 8.0 est.1065.6 mm / an augmente de la valeur de la période (2001-2018) est 1806.1 mm / an sur, soit une croissance de 69 .

Les besoin en eau annuelle sur la période (1975-2000) est de 940.1 mm/an augmente de la valeur de la période (2001-2018) est de 1754.8 mm/an. ,soit une croissance de 86 .

augmente de la valeur de la période (2001-2018) est de 1754.8 mm/an. ,soit une croissance de 86 .

Au terme de ce travail, il convient de rappeler que l'objectif de cette étude est de déterminer les les besoin en eau de palmier dattiers dans la région de biskra. Et en les comparant de deux période (1975-2000)et(2001-2018)de la région de Biskra en utilise l'logiciel Cropwat 8.0.

# **Référence bibliographique**

## Référence bibliographique

---

### Référence bibliographique

**A.N.A.T. 2003.** Etude “Schéma Directeur des Ressources en Eau” wilaya de Biskra. Dossier agro-pédologique. A.N.A.T. 231p.

**A.N.D.I. (2013).** Wilaya de Biskra. Invest in Algeria. Agence nationale de développement de l’investissement.

**Abdul Salam, M. and S. Al Mazrooei. 2007****Biro, K., Zeineldin, F., Al-Hajhoj, M. R., & Dinar, H. A. (2020).** Estimating irrigation water use for date palm using remote sensing over an Oasis in arid region. *Iraqi journal of agricultural sciences*, 51(4), 1173-1187.

**Al-Bekr, A. J. (1972).** The date palm. *Al-Ani Press, Baghdad, IRAQ*.

**Allen R et Al., 1998:** Crop évapotranspiration, guidelines for computing crop water requirements. FAO Irr. and Drain. Paper n°39, Rome, Italy.

**Al-Muaini, A., Green, S., AbouDahr, W. A., Kennedy, L., Kemp, P., Dawoud, M., & Clothier, B. (2019).** Water use and irrigation requirements for date palms on commercial farms in the hyper-arid =

**Ammar CEMALI, Pr BENNAZZOUZ ,Mohamed Tahar ,2016** Le développement agricole dans le sud de l’Algérie, vers une nouvelle stratégie visant à protéger de l’économie nationale, quels sont les enjeux et les perspectives de développement durable de la région; étude de cas de la région de Biskra, Ouargla et Oued souf..

**Belguedj M, 2002.** Les ressources génétiques du palmier dattier : Caractéristiques des cultivars dans les palmeraies du Sud-est Algérien. 3D. Dossier n°1, INRAA; Alger. Pp: 9-10.

**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.

**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., 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., 2016 b :** Les dattes biologiques comme outil de développement de la filière dattes dans la région des Ziban, Algérie. Proceeding séminaire International, Gestion intégrée et durable des territoires oasiens, Tome 1, Maroc, Pp:152-264.

**BorniD,et Saad K., 2006 :**Le pilotage de l’irrigation localisée pour la culture de

## Référence bibliographique

---

tomate(*Lycopersicon esculentum*) 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'ingénieur d'état en agronomie. Institut National Agronomie El Harrach Alger. Pp15 à 27

**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'ingénieur d'état en agronomie. Institut National Agronomie El Harrach Alger. Pp15 à 27

**Bougherara A. et Bernard L. 2009.** Etude préliminaire des images Landsat et Alsat pour le suivi des mutations agraires des Ziban extrême nord -est du Sahara Algérien de 1973 à 2007 journées d'animation scientifique. Alger. 6p.

**CHEBBAH Mohamed (2007 ).** Lithostratigraphie, Sédimentologie et Modèles de Bassins des dépôts néogènes de la région de Biskra, de part et d'autre de l'Accident Sud Atlasique (Zibans, Algérie) » Thèse de Doctorat d'Etat en géologie, faculté sciences de la terre, de la géographie et aménagement du territoire, université MENTOURI – CONSTANTINE. - CRSTRA BISKRA(2

**Chevalier, A. (1952).** Recherches sur les Phoenix africains. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 32(355), 205-236.

**D.S.A. (2016), (2018).** Données statistiques. Direction des services agricoles. Fadlaoui S. (2016). Application de la technique de modélisation de l'architecture du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) pour la caractérisation des cultivars. Mémoire de Magister en science agronomique. Université Mohamed Khider Biskra.

**Debouche N et Tadriss F, Pinnara K., 2011 :** Manuel d'étatisation du logiciel Cropwat en français .47p.version2012.01.03/11

**Delli, Réda, and Brahim Mouhouche.** "Évaluation de l'Eau Virtuelle de la Phoeniculture Algérienne pour sa Meilleure Utilisation." *Canadian Biosystem Engineering Journal* 59 (2017).

**Doorenbos J et Pruitt W., 1975 :** Les besoins en eau des cultures, Bulletin FAO d'irrigation et de drainage 24, Rome.p

**Doorenbos J., 1986:** Les besoins en eau des cultures. Bulletin d'irrigation et de drainage

**Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. (1975)** Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24, FAO, Rome.

## Référence bibliographique

---

- Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. (1977)** Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 24, FAO, Rome, 144 p.
- Dubost D. et Larbi Y. 1998.** Mutations agricoles dans les oasis algériennes: l'exemple des Ziban. *Sécheresse* (103-110).
- Gros-Balthazaed, M., 2012.** Sur les origines, l'histoire évolutive et biogéographique du palmier-dattier (*Phoenix dactylifera* L.): L'apport de la génétique et de la morphométrie. Université Montpellier II Sciences et techniques du languedoc.
- Guereueb, M., & Ferhat, A. (2021).** La Gestion Des Eaux En Algérie: Vers Un Nouveau Paradigme Water Management In Algeria: Towards A New Paradigm. (FAO, 2015).n°24, Rome. 198p.
- Henanou K.,2018** :Estimation de l'évapotranspiration potentielle (ETP) par la Méthode de PenmanMonteith (Par logiciel CROPWA T 8.0) dans la région de Biskra (2007-2017).57p.
- Hamimed, A., Nehal, L., Khaldi, A., &Azzaz, H. (2014).** Contribution à la spatialisation de l'évapotranspiration d'un agro-système semi-aride en Algérie par utilisation de la télédétection et du modèle METRIC. *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, (Volume 8), 197-213
- Hillel D, et Al., 1969** : L'eau et le sol. Principes et processus physiques. Edit. Vander, Louvain, 288 p.
- I.N.R.A.A. 2006.** Gestion participative de la lutte biologique contre les ravageurs du palmier dattier dans les oasis Algériennes. Unité I.N.R.A de Biskra, 53p.
- Khan, M. J., Malik, A., Rahman, M., Afzaal, M., &Mulk, S. (2019).** Assessment of Crop Water Requirement for Various Crops in Peshawar, Pakistan Using CROPWAT Model. *Irrig. Drain. Syst*, 10(9).
- Monteith, J. L. (1965).** Evaporation and environment. In *Symposia of the society for experimental biology* (Vol. 19, pp. 205-234). Cambridge University Press (CUP) Cambridge.
- Munier P., 1973.** Le palmier dattier. Ed. G. -P. Maisonneuve et Larousse- Paris, 209 p
- Musy, A., et Soutter, M., 1991.** Physique du sol. Editeur(s) : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR). 348 p.
- Nixon R., 1950:** Imported varieties of dates in the United States. Circular. N° 834. Washington, D.C. 144 p.
- Ollier, C., & Poirée, M. (1983).**Irrigation: les réseaux d'irrigation, théorie, technique et économie des arrosages.
- Rana, G. and Katerji, N. (2000)** Measurement and Estimation of Actual

## Référence bibliographique

---

Evapotranspiration in the Field under Mediterranean Climate: A Review. *European Journal of Agronomy*, 13, 125-153.

**Tengberg, M. (2012).** Beginnings and early history of date palm garden cultivation in the Middle East. *Journal of Arid Environments*, 86, 139-147.

**Zaid, A., Arias-Jiménez, E.J., 2002.** Date palm cultivation. *FAO Plant and Protection Papers*, 156. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations. 292

**Sites électroniques :**

**Classification botanique du palmier dattier.**

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

**Situation géographique de la wilaya de Biskra.**

<http://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2014/10/cartegeographiqueBISKRA.htm9-5-2015>

**(FAO, 2015).**

<https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/cropwat/en>

<https://www.fao.org/in-action/water-efficiency-nena>

## Résumé

L'eau est un élément vital pour la production alimentaire. Cette étude vise à évaluer l'impact du changement climatique sur les besoins en eau du palmier dattier dans la région Biskra située au Sud Est de l'Algérie. En utilisant le logiciel Cropwat de la FAO, nous avons calculé les besoins en eau (ETM) du palmier dattier sur les deux périodes : 1975-2000 et 2001-2018. Les résultats montrent une tendance à la hausse dans l'évapotranspiration annuelle de potence et de culture. Pour la période (1975-2000) elle est de 1222.83 mm/an et à la période 2001-2018 est 2164.91 mm/an. L'évapotranspiration annuelle de culture la période (1975-2001) est de 1065,6 mm/an, pour la période (2001-2018) est 1754.8mm/an. Les résultats révèlent aussi à la baisse des précipitations annuelles, on à la période 1975-2000) est 125.3 mm /an et 2001-2018 est 51.2 mm /an. Une augmentation dans les besoins en eau, dans la période (1975-2000) qui est de 940.1 mm/an et pour la période 2001-2018 elle est de 1754.8 mm/an. Des études doivent être réalisées pour connaître les changements climatiques et les stratégies qui doivent être mises en œuvre des pour garder la production, les rendements actuelles et pour une bonne gestion de l'eau .

**Mot clé :** Besoins en eau (ETM) mm , palmier dattier , CROPWAT8.0, wilaya de Biskra .

## Summary :

Water is a vital element for food production. This study aims to assess the impact of climate change on the water requirements of date palms in the Biskra region of south-eastern Algeria. Using FAO's Cropwat software, we calculated the water requirements (ETM) of date palms over two periods: 1975-2000 and 2001-2018. The results show an upward trend in the annual evapotranspiration of potence and crop. For the period (1975-2000) it is 1222.83 mm/year and for the period 2001-2018 is 2164.91 mm/year. Annual crop evapotranspiration for the period (1975-2001) is 1065.6 mm/year, for the period (2001-2018) is 1754.8mm/year. The results also reveal a drop in annual precipitation, on to the period (1975-2000) is 125.3 mm/year and 2001-2018 is 51.2 mm/year. An increase in water requirements, in the period (1975-2000) which is 940.1 mm/year and for the period 2001-2018 it is 1754.8 mm/year. Studies must be carried out to know the climatic changes and the strategies that must be implemented from to keep production, current yields and for good water management.

**Key word :** Water requirements (ETM) mm , date palm , CROPWAT8.0 , wilaya de Biskra .

## ملخص :

الماء عنصر حيوي لإنتاج الغذاء. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم أثر تغير المناخ على الاحتياجات المائية لنخيل التمر في منطقة بسكرة الواقعة جنوب شرق الجزائر. باستخدام برنامج cropwat 8.0 ، قمنا بحساب الاحتياجات المائية (ETM) لنخيل التمر على مدى الفترتين: 1975-2000 و 2001-2018. تظهر النتائج اتجاهاً متزايداً في التبخر السنوي للنخيل للفترة (1975-2000) هو 1222.83 ملم / سنة وللفترة 2001-2018 هو 2164.91 ملم / سنة. معدل التبخر نتج المحصول السنوي للفترة (1975-2001) هو 1065.6 ملم / سنة ، للفترة (2001-2018) هو 1754.8 ملم / سنة. كما أظهرت النتائج انخفاضاً في هطول الأمطار السنوي ، في الفترة (1975-2000) هو 125.3 ملم / سنة و 2001-2018 هو 51.2 ملم / سنة. وزيادة الاحتياجات المائية في الفترة (1975-2000) بواقع 940.1 ملم / سنة وللفترة 2001-2018 هو 1754.8 ملم / سنة. يجب إجراء دراسات لمعرفة التغيرات المناخية والاستراتيجيات التي يجب تنفيذها للحفاظ على الإنتاج الحالي والغلات وإدارة جيدة للمياه

cropwat 8.0 مم ، أشجار نخيل التمر ، ولاية بسكرة ، (ETM)الكلمات المفتاحية: الحاجيات المائية