



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة جيلالي بونعامة خميس مليانة

Université Djillali Bounaama de Khemis-Miliana

Faculté les sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre

Département : Agronomie

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'Etat en Agronomie

Spécialité : Hydraulique Agricole

*Thème*

**Détermination de l'efficience d'utilisation de  
l'eau de la pomme de terre dans la wilaya de  
Ain Defla**

Présenté par :

Nedjar Hamadouche

Bouklikha Sarra

Soutenu le 23 juin 2015 devant le Jury :

Président:	Mr KADIR Mokrane	MAA	UDB Khemis-Miliana
Promoteur:	Mr IMESSAOUDANE Yacine	Magister	UDB Khemis-Miliana
Examinatrice:	M <sup>lle</sup> KARAHACANE Hafsa	MAB	UDB Khemis-Miliana
Examineur :	Mr TOUIL Sami	MAA	UDB Khemis-Miliana

Année universitaire 2014-2015

## **REMERCIEMENTS**

Avant tout nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.

Au terme de ce travail nous tenant à remercier tout d'abord notre promoteur **Mr IMESSAOUDANE Yacine** , pour son encadrement, sa précieuse aide, son appui et ses conseils.

Comme nous remercions également :

**Mr KADIR Mokrane** pour avoir accepté de juger ce travail et de présider le jury.

**Mr TOUIL Sami et M<sup>lle</sup> KARAHCEN Hafsa** pour leur acceptation de faire partie du jury ce travail.

Nous tenant également à exprimer nos remerciements :

A tous les enseignants de l'université de Khemis Miliana, particulièrement aux enseignants de département d'agronomie.

En fin, nous remercions les amis et les étudiants de département pour leur soutien en particulier les amis les plus proches de notre promotion, ainsi à tous ce qui ont contribué de près ou de loin pour la réalisation de ce modeste travail.



# DEDICACE

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

*À* ma chère mère que je l'aime beaucoup et pour son amour, ses sacrifices et ses encouragements durant toute ma vie.

*À* mon très chère père qui ma aidé et qui m'encouragé durant mes études.

*À* ma grande mère que dieu me le garde .

*À* mes sœurs : FAREHA et le petit coucou AËK, FOUZIA et surtout ma petite chère MAROUA

*À* mes frères : MOHAMMED et BILAL

*À* tout ma famille

*À* toutes mes amies en particulier MALIKA, RADHIA, IMANE, SARRA, NDJEMA ,HADJER . Je les souhaite la réussite dans leurs vies.

*À* mon binôme

*À* toute la section d'Agronomie 2015 en particulier AMINE, HABIBA, HANANA, FATIMA, SIHAME.

*À* tous les enseignants et les personnels du département d'Agronomie.

*À* tous les gens qui m'ont donnés l'aide de près ou de loin.

SARRA



# DEDICACE

**Avant tous, je remercie le bon dieu de m'avoir donné le courage et la  
volonté nécessaire pour atteindre mon objectif.**

**Je dédie ce modeste travail à :**

**Tout particulièrement à celle qui m'a donné la vie et la illuminée jour après  
jour, celle qui a toujours été à mes cotés et m'a soutenu, celle qui m'a appris  
les principes de la vie, Bien sûr, c'est ma mère**

**L'auteur de mes jours, mon père, qui m'a continuellement soutenu dans mes  
études et inculqué le prix de l'effort.**

**À mes frères : BELHEMED, BRAHIME, NOUR ELDINE, OUEDE ET EL  
HABIBE**

**À toute la famille : NEDJAR ET LATTA**

**Tous les amis dignes d'amitié.**

**Tous mes camarades de la promotion de 5<sup>ème</sup> année hydraulique agricole**

**HAMADOUCHE**

## Résumé

La détermination de l'efficience d'utilisation de l'eau de la pomme de terre dans la wilaya de Ain Defla est basée sur la connaissance des besoins en eau de la culture, qui est obtenue à partir du logiciel Cropwat 8.0, la superficie et la production de la zone.

pour mieux valoriser le mètre cube d'eau, plusieurs paramètres doivent être pris en compte tel que le choix de la zone et la date de plantation où nous avons trouvé qu'au niveau de la wilaya de Ain Defla la culture d'arrière-saison est plus efficace que celle de la saison et la wilaya de Ain Defla est plus efficace que la wilaya de Tlemcen ,ces deux paramètres permettent de produire mieux avec un minimum d'eau.

La détermination de l'efficience économique c'est un outil de décision de la rentabilité ou non rentabilité de la culture, la production de la pomme de terre dans la wilaya de Ain Defla est rentable dans les deux saisons et la production de pomme de terre d'arrière-saison plus rentable que de la saison.

**Mots clés :** wilayade Ain Defla, Besoin en eau de la culture, Cropwat 8.0, Pomme de terre, Efficience d'utilisation de l'eau, Efficience économique.

تحديد كفاءة استخدام المياه بطاطا في ولاية عين الدفلى يقوم على معرفة الاحتياجات المائية والتي يتم الحد  
عليها من برنامج Cropwat 8.0 .

، يجب النظر في العديد من المعايير يار ريخ الزرع حيث وجدنا  
ولاية عين الدفلى الزراعة الموسمية هي أكثر كفاءة من ولاية تلمسان،  
هذان لمعيا ان يسمحان بإنتاج أفضل مع حد أدنى من المياه.  
تحديد الكفاءة الاقتصادية هو أداة لتقرير الربح أو الخسارة في  
كلا الموسمين والزراعة بعد موسمية  
في ولاية عين الدفلى مربحة في الموسمية.

**المفتاحية:** ولاية عين الدفلى ، الاحتياجات المائية للنبات Cropwat 8.0 ، كفاءة استخدام المياه،  
والكفاءة الاقتصادية.

## Sommaire

### Liste des abréviations

### Liste des figures

### Liste des tableaux

### Introduction générale.....1

## PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUES

### Chapitre I : L'eau en Algérie

I.1.Introduction.....	3
I.2.L'eau dans le monde.....	3
I.3.L'eau en Algérie.....	4
I.3.1. Situation générale des ressources.....	4
I.3.1.1.Les ressources superficielles.....	5
I.3.1.2.Les ressources souterraines.....	6
I.3.1.3.Le dessalement d'eau de mer.....	7
I.3.1.4.La réutilisation des eaux usées épurées.....	8
I.3.2.Les barrages.....	8
I.3.3.Répartition des ressources entre les différents consommateurs.....	8
I.4.Conclusion.....	9

### Chapitre II : Les besoins en eau des cultures

II.1. Introduction.....	10
II.2. Notions d'évapotranspiration.....	10
II.2.1.Evapotranspiration potentielle(ETP) ou (ET <sub>0</sub> ).....	10
II.2.2.Evapotranspiration Maximale (ETM).....	10
II.2.3. Evapotranspiration réelle (ETR).....	10
II.3.Méthodes de calcul de l'évapotranspiration des cultures.....	10
II.3.1.Méthode directes.....	10
II.3.2.Méthode indirectes.....	11
II.3.2.1. Formule de BLANEY- CRIDDLE.....	11
II.3.2.2.Formule de THORNTHWAITE (1954).....	11

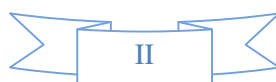
<b>II.3.2.3.</b> Formule de TURC.....	12
<b>II.3.2.4.</b> Formule de PENMANMONTHEITH.....	12
<b>II.4.</b> Détermination du coefficient culturalKc.....	13
<b>II.5.</b> Technique d’irrigation.....	14
<b>II.6.</b> Conclusion.....	14

### **Chapitre III : La pomme de terre en Algérie**

<b>III.1.</b> Introduction.....	15
<b>III.2.</b> Description botanique.....	15
<b>III.3.</b> Cycle de reproduction et physiologie.....	15
<b>III.3.1.</b> Cycle sexué.....	15
<b>III.3.2.</b> Cycle végétatif.....	15
1. Dormance.....	16
2. Germination.....	16
3. Croissance.....	16
4. Tubérisation.....	16
<b>III.4.</b> Les exigences de la plante.....	18
<b>III.4.1.</b> Exigences climatique.....	18
1. La température.....	18
2. La lumière.....	18
3.L'humidité.....	18
4. L'alimentation en eau.....	18
<b>III.4.2.</b> Exigences édaphiques.....	19
<b>III.5.</b> Généralités sur la production de la pomme de terre.....	19
<b>III.5.1.</b> Production mondiale.....	19
<b>III.5.2.</b> Production de la pomme de terre en Algérie.....	19
1. Evolution de la production.....	19
2. Les Principales variétés cultivées en Algérie.....	20
<b>III.6.</b> Conclusion.....	20

## **DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODES**

### **Chapitre I : présentation de la zone d’étude**



<b>I.1.</b>	Situation géographique.....	21
<b>I.2.</b>	Le relief.....	22
<b>I.2.1.</b>	Les Monts du Dahra-Zaccar.....	22
<b>I.2.1.1.</b>	Le Zaccar.....	22
<b>I.2.1.2.</b>	Le Dahra.....	22
<b>I.2.2.</b>	Les Monts de l’Ouarnis.....	22
<b>I.2.3.</b>	La plaine du Cheliff.....	22
<b>I.3.</b>	Les ressources hydriques de la wilaya de Ain Defla .....	23
<b>I.3.1.</b>	Les ressources superficielles .....	23
<b>I.3.2.</b>	Les ressources souterraines .....	23
<b>I.4.</b>	Secteur de l'agriculture.....	23
<b>I.4.1.</b>	La répartition de la superficie agricole utile.....	23
<b>I.4.2.</b>	La wilaya de Ain Defla dévisser en trois superficies.....	24
<b>I.4.3.</b>	Superficies irriguées par mode d'irrigation (campagne 2013/2014).....	24
<b>I.5.</b>	Climat.....	25
<b>I.5.1.</b>	La précipitation.....	25
<b>I.5.1.1.</b>	Les précipitations mensuelles .....	25
<b>I.5.1.2.</b>	Les précipitations annuelles.....	26
<b>I.5.2.</b>	La température.....	27
<b>I.5.3.</b>	Humidité relative.....	27
<b>I.5.4.</b>	Le Vent .....	28
<b>I.5.5.</b>	L’insolation.....	28
<b>I.6.</b>	Le sol.....	29
<b>I.7.</b>	Le diagramme ombrothermique.....	29
<b>I.8.</b>	Indice d’aridité de Martonne.....	30
<b>I.9.</b>	Climagramme d'emberger.....	31
 <b>Chapitre II : Présentation du logiciel Cropwat 8.0</b>		
<b>II.1.</b>	Introduction.....	33
<b>II.2.</b>	Description du logiciel .....	33
<b>II.3.</b>	Structure du programme .....	33
<b>II.3.1.</b>	Les modules d'entrée de données de Cropwat.....	34
<b>II.3.2.</b>	Les modules de calcul de Cropwat.....	34



<b>II.4. Les différents modules et les paramètres qui leur sont associés</b> .....	34
<b>1. Les données climatiques</b> .....	34
<b>2. Les données pluviométriques</b> .....	35
<b>3. Les données sur les types de culture</b> .....	36
<b>4. Les données liées au sol</b> .....	37
<b>5. Affichage des résultats</b> .....	38
<b>1. Table climatique</b> .....	38
<b>2. Table des besoins en eaux des cultures</b> .....	38
<b>3. Calendrier d'irrigation</b> .....	38
<b>II.5. Conclusion</b> .....	39

## **TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSIONS**

### **Chapitre I : Calcul de l'efficience d'utilisation de l'eau de la pomme de terre**

<b>I.1. Introduction</b> .....	40
<b>I.2. Les besoins en eau de la pomme de terre de la wilaya de Ain Defla</b> .....	40
<b>I.2.1. Calcul de l'évapotranspiration de référence</b> .....	40
<b>I.2.2. Calcul des pluies efficaces ou eau verte</b> .....	41
<b>I.2.3. Données de la culture</b> .....	41
<b>I.2.4. Calcul des besoins en eau de culture</b> .....	42
<b>I.2.4.1. Les besoins en eau d'irrigation de la pomme de terre de saison dans la wilaya de Ain Defla</b> .....	42
<b>I.2.4.2. Les besoins en eau d'irrigation de la pomme de terre d'arrière-saison dans la wilaya de Ain Defla</b> .....	44
<b>I.2.4.3. Les Besoins totaux en eau d'irrigation de la pomme de terre de la wilaya de Ain Defla</b> .....	46
<b>I.2.5. Calendrier d'irrigation</b> .....	46
<b>I.2.5.1. Données sur le sol</b> .....	47
<b>I.2.5.2. Pilotage des irrigations</b> .....	47
<b>I.2.5.3. Calendrier d'irrigation et bilan hydrique global de la pomme de terre de saison</b> ....	47
<b>I.2.5.4. Calendrier d'irrigation et bilan hydrique global de la pomme de terre d'arrière-saison</b> .....	48
<b>I.3. L'efficience d'utilisation de l'eau de la pomme de terre dans la wilaya de Ain Defla</b> .....	49
<b>I.3.1. Évolution de la superficie consacrée à la pomme de terre dans la wilaya de Ain Defla</b> .....	49

<b>I.3.2.</b>	l'évolution de la production de la pomme de terre dans la wilaya de Ain Defla. ....	50
<b>I.4.</b>	L'efficience d'utilisation de l'eau de la pomme de terre dans la wilaya de Ain Defla.....	50
<b>I.5.</b>	Conclusion.....	51
 <b>Chapitre II : L'aspect économique de la production de la pomme de terre.</b>		
<b>II.1.</b>	Introduction.....	52
<b>II.2.</b>	Estimation de l'efficience d'utilisation de l'eau bleue utilisée pour la production de la pomme de terre.....	52
<b>II.3.</b>	Estimation de l'efficience économique de l'eau bleue subventionnée utilisée pour la production de la pomme de terre.....	53
<b>II.4.</b>	Estimation de l'efficience économique de l'eau bleue non subventionnée utilisée pour la production de la pomme de terre.....	54
<b>II.5.</b>	L'efficience économique comme outil de décision de la rentabilité ou non de la pomme de terre dans la wilaya de Ain Defla.....	55
<b>II.6.</b>	Conclusion .....	57
<b>Conclusion générale.....</b>		<b>58</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>		<b>59</b>
<b>Annexe.....</b>		<b>62</b>

## Liste des abréviations

**AEP** : Alimentation en eau potable.

**an** : Année.

**ANDI** : Agence Nationale de développement de l'Investissement.

**ANRH** : Agence Nationale des Ressources Hydriques.

**BEE** : Besoin en eau.

**°C** : Degré Celsius.

**Croiss** : Croissance.

**DA** : Dinar Algérien.

**DSA** : Direction de Service Agricole.

**EAC** : Exploitations agricoles collectives.

**EAI** : Exploitations agricoles individuelles.

**ETc** : Evapotranspiration de culture.

**ETM** : Evapotranspiration maximale.

**ET<sub>0</sub>** : Evapotranspiration de référence.

**ETr** : Evapotranspiration réelle.

**FAO** : Organisation Mondiale de l'Alimentation et l'Agriculture.

**hab** : habitants.

**Hm<sup>3</sup>** : hectomètre cube.

**Hr** : humidité relative.

**Init**: Initiation.

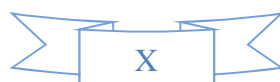
**°K** : kelvin.

**Kc** : Coefficient cultural.

**Kc<sub>ini</sub>** : Coefficient cultural initial.

**Kc<sub>fm</sub>** : Coefficient cultural final.

**Kc<sub>mid</sub>** : Coefficient cultural médium.



**Km/h** : kilomètre par heure.

**KPa** : kilo pascal

**l/j** : Litre par jour

**l/s/ha**: Litre par second par hectare.

**m<sup>3</sup> /ha** : Metre cube par hectare.

**MADR**: Ministère d'Agriculture et de Développement Rural.

**Mi-sais** : Mi- saison.

**MJ/m<sup>2</sup>/jour** : Milli joule par mètre cube par jour.

**mm/déc** : Millimètre par décade.

**Peff** : Pluie efficace.

**Q<sub>x</sub>** : Quinto.

**RFU**: Réserve facilement utilisable.

**RU** : Réserve utilisable.

**S.C** : Service conservation.

**SAT** : Surface agricole totale.

**SAU** : Surface agricole utile.

**\$/m<sup>3</sup>** : dollars par mètre cube.

**T<sub>max</sub>** : Température maximale.

**T<sub>min</sub>** : Température minimale.

**USDA** : United States Département of Agriculture.

## Liste des figures

<b>Figure N°01</b> : Consommation d'eau par secteur.....	9
<b>Figure N°02</b> : courbe des coefficients culturaux et définition des phases.....	13
<b>Figure N°03</b> Cycle de production de <i>Solanum tuberosum</i> L. ssp. <i>Tuberosum</i> .....	17
<b>Figure N°04</b> : Courbe des besoins en eau de la pomme de terre.....	19
<b>Figure N°05</b> : Situation géographique de La wilaya d'Ain Defla.....	21
<b>Figure N°06</b> : la surface irriguée par chaque mode d'irrigation.....	24
<b>Figure N°07</b> : Evolution des précipitations moyenne et annuelle durant la période (1980-2014).....	26
<b>Figure N°08</b> : Diagramme ombrothermique (1980-2014).....	29
<b>Figure N°09</b> : Localisation de Ain Defla sur le climagramme d'emberger.....	32
<b>Figure N°10</b> : Fenêtre principale du logiciel Cropwat.....	33
<b>Figure N°11</b> : calcul de l'ET <sub>0</sub> .....	35
<b>Figure N°12</b> : calcul des pluies efficaces.....	36
<b>Figure N°13</b> : Les données de la culture de pomme de terre.....	37
<b>Figure N°14</b> : les données liées au sol.....	37
<b>Figure N°15</b> : calcul des besoins en eau de la pomme de terre.....	38
<b>Figure N°16</b> : Calendrier irrigation de la pomme de terre.....	39
<b>Figure N°17</b> : calcul du bilan hydrique.....	39
<b>Figure N°18</b> : L'évapotranspiration de référence.....	40
<b>Figure N°19</b> : Données de la culture de la pomme de terre de saison.....	42
<b>Figure N°20</b> : Besoin en eau bleue et verte de la pomme de terre de saison de la wilaya de Ain Defla.....	43
<b>Figure N°21</b> : Les besoins en eau bleue et l'eau verte de la pomme de terre de saison de chaque décade.....	44
<b>Figure N°22</b> : Besoin en eau bleue et verte de la pomme de terre de l'arrière-saison à AinDefla.....	45
<b>Figure N°23</b> : Les besoins en eau bleue et l'eau verte de la pomme de terre arrière-saison de chaque décade.....	45

<b>Figure N°24</b> : Bilan hydrique global de la pomme de terre de saison. ....	48
<b>Figure N°25</b> : Bilan hydrique global de la pomme de terre d'arrière-saison.....	49
<b>Figure N°26</b> : Evolution de la superficie de pomme de terre durant la période (2001-2014).....	49
<b>Figure N°27</b> : L'évolution de la production de la pomme de terre dans la wilaya d'Ain Defla durant la période (2001-2014).....	50
<b>Figure N°28</b> : Efficience économique d'eau bleue pour la production de pomme de terre dans la willaya de Ain Defla.....	55
<b>FigureN°29</b> : Efficience économique d'eau bleue pour la production de pomme de terre dans la willaya de Ain Defla et El Oued.....	56

## Liste des tableaux

<b>Tableau N°01</b> : variations des précipitations sur le territoire national en (mm/an).....	5
<b>Tableau N°02</b> : Répartition spatiale des eaux de surface.....	6
<b>Tableau N°03</b> : Répartition des ressources souterraines (millions de m <sup>3</sup> ).....	7
<b>Tableau N°04</b> : le coefficient cultural de la pomme de terre.....	14
<b>Tableau N°05</b> : Evolution de la production de pommes de terre durant la période (2000-2010).....	20
<b>Tableau N°06</b> : les coordonnées géographiques de la station Harreza.....	25
<b>Tableau N°07</b> : Evolution des précipitations moyenne et annuelle durant la période (1980-2014).....	26
<b>Tableau N°08</b> : Variation des températures moyennes mensuelles.....	27
<b>Tableau N°09</b> : Les moyennes mensuelles de l'humidité relative enregistrées au niveau de la station du barrage Harreza.....	27
<b>Tableau N°10</b> : Relevés des vitesses de vents moyennes mensuelles (Km/h) dans la station du barrage Harreza.....	28
<b>Tableau N°11</b> : Durées d'insolation mensuelle moyenne de Ain Defla.....	28
<b>Tableau N°12</b> : Indices de Martonne.....	30
<b>Tableau N°13</b> : Les limites de climat d'après l'indice de Martonne.....	30
<b>Tableau N°14</b> : Quotient pluviométrique d'emberger .....	31
<b>Tableau N°15</b> : Résultats de calcul des pluies efficaces.....	41
<b>Tableau N°16</b> : les besoins en eau d'irrigation de la pomme de terre saison (eau bleue).....	43
<b>Tableau N°17</b> : les besoins en eau d'irrigation de la pomme de terre d'arrière-saison (eau bleue).....	44
<b>Tableau N°18</b> : Les besoins annuels en eau de la pomme de terre dans le wilaya de Ain Defla.....	46
<b>Tableau N°19</b> : Données sur les caractéristiques du sol du la culture de saison et d'arrière-saison.....	47
<b>Tableau N°20</b> : Efficience d'utilisation de l'eau de la pomme de terre des différentes saisons à	

Ain Defla.....	51
<b>Tableau N°21:</b> L'efficience de l'eau bleue utilisée pour la production de la pomme de terre de saison et d'arrière-saison.....	52
<b>Tableau N°22:</b> L'efficience économique de l'eau bleue subventionnée utilisée pour la production de la pomme de terre de saison et d'arrière-saison.....	53
<b>Tableau N°23 :</b> Pourcentage du cout de revient du volume d'eau bleue subventionnée contenu dans une tonne de pomme de terre par rapport au cout de revient de la tonne.....	53
<b>Tableau N°24 :</b> Efficience économique de l'eau non subventionnée utilisée pour la production de pomme de terre.....	54
<b>Tableau N°25 :</b> Pourcentage du cout de revient du volume d'eau bleue non subventionnée contenu dans une tonne de pomme de terre par rapport au cout de revient de la tonne.....	54



# **Introduction générale**

## Introduction générale

L'eau est un facteur de production primordial, il est la substance la plus disponible à la surface de la terre couvre plus de 75%, les eaux douces sont limités c'est à dire n'est pas une ressource abondante, et les différents utilisateurs (l'agriculture, l'AEP et l'industrie) sont vite en concurrence. L'agriculture est consommée 70 % de l'eau prélevée (FAO, 2011), cela implique le plus souvent la recherche de l'optimisation des consommations et la réduction des gaspillages.

L'Algérie comme les pays méditerranéens est confrontée 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 m<sup>3</sup> par habitant et par an. Ces potentialités correspondent actuellement à un taux de 500 m<sup>3</sup>/hab/ an qui passera à 400 m<sup>3</sup> / hab / an à l'horizon 2020 (Mouhouche, 2003).

L'eau est le facteur le plus important pour le développement des plantes et quand on dispose, il faut faire le meilleur usage pour produire avec efficacité et obtenir des rendements élevés (Doorembos, 1980). Les plantes est constitué de 60 à 90% d'eau du poids vif, et l'eau ensuite le véhicule qui apporte à la plante les éléments minéraux pour sa nourriture.

La pomme de terre figure parmi les cinq récoltes alimentaires les plus importantes du la surface du globe ce sont : Blé, la pomme de terre, le Maïs, le riz et l'orge.il n'y a pas un aliment plus courant que cette espèce légumière qui contient environ 80% d'eau, 2% de protéine et 18% d'amidon (Laumaunier, 1979). Elle s'agit de notre légume préféré, qui a toujours constitué une partie importante du régime alimentaire algérien. De ce fait, la superficie consacrée à cette culture est en croissance pour améliorer la production et satisfaire les besoins intérieurs qui devient un objectif qu'il faudra atteindre.

L'utilisation rationnelle de l'eau en climat semi-aride ne peut se faire sans la connaissance des exigences en eau de la culture .Ainsi l'efficacité d'utilisation de cette eau dépendra de la bonne gestion de l'irrigation. Notre travail s'inscrit dans cette optique, qui vise à déterminer l'efficacité d'utilisation de l'eau de pomme de terre dans la wilaya de Ain Defla, à partir de la déterminer les besoins en eau de culture et leurs pilotages à l'aide du logiciel « Cropwat 8.0 ».

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 l'eau en Algérie, les besoins en eaux de culture et la culture de pomme de terre.

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

Et enfin une troisième partie qui consiste pour présenter les résultats d'étude et leur interprétations.

**PREMIERE PARTIE**

**SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

# **Chapitre I**

## **L'eau en Algérie**

### I.1. Introduction

L'Algérie est parmi des pays les plus pauvres en matière de ressource en eau, en mal répartition dans l'espace et dans le temps avec une forte disparité entre l'Ouest qui est riche en plaines mais mal arrosée et l'Est qui est montagneuse où s'écoulent les principaux oueds. Les précipitations sont très irrégulières, elles sont souvent sous forme des averses, à noter aussi les fortes évaporations causées par la chaleur, qui provoquent la sécheresse surtout aux mois de l'été.

### I.2. L'eau dans le monde

La valeur moyenne de ressource en eau renouvelable est estimée à  $42784 \text{ Km}^3/\text{an}$  dans le monde, les plus importantes ressources se trouvent en Asie et en Amérique de sud avec respectivement  $13510$  et  $12030 \text{ Km}^3/\text{an}$ . Les plus faibles ressources estimée à  $2900$  et  $2404 \text{ Km}^3/\text{an}$  se trouvent en Europe, Australie avec l'Océanie, et les ressources d'Afrique est de  $11\,940 \text{ Km}^3/\text{an}$  (Unicef, 2002).

Les besoins fluctuent d'un pays à un autre en relation avec le niveau de vie, les habitudes et surtout les conditions climatiques locales. Ils varient entre  $20 \text{ l/jour}$  à  $500 \text{ l/j}$ . (Unicef, 2002), quand la dotation décline au-dessous de  $1000 \text{ m}^3/\text{habitant}$  et par an des ressources en eaux renouvelables, l'eau devient rare et on parle de pénurie. Entre  $1000$  et  $2000 \text{ m}^3/\text{an/habitant}$ , la situation est caractérisée par un stress hydrique (Zella et Samadhi, 2005).

A l'échelle mondiale, la consommation est répartie entre l'agriculture qui prélève environ  $75\%$ , en suite industrie avec  $20\%$  et l'eau potable domestique avec seulement  $5\%$  des prélèvements (Unicef, 2002). Ces chiffres sont des ordres de grandeurs (moyennes) utilisées par les institutions internationales et ne constituent nullement des références de précision et de fiabilité pour des études locales.

Les superficies irriguées sont près de  $277$  millions d'hectares dans le monde, sur  $1,6$  milliards d'hectares de terres arables au totales (FAO, 2002).

### I.3. L'eau en Algérie

Les potentialités en eau sont estimées à 18 milliards de m<sup>3</sup>/an répartis comme suit : 12,5 milliards de m<sup>3</sup>/an dans les régions Nord dont 10 milliards en écoulements superficiels et 2,5 milliards en ressources souterraines (renouvelables). 5,5 milliards de m<sup>3</sup>/an dans les régions sahariennes dont 0,5 milliards en écoulements superficiels et 5 milliards en ressources souterraines (fossiles) (Morgan et Alexis, 2013).

Les ressources en eau en Algérie sont définies comme l'ensemble des écoulements superficiels (oueds) et souterrains (nappes). Seulement 80% de ces ressources sont renouvelables 70% pour les eaux de surface et 10% pour les eaux souterrains et elles se concentrent dans la partie Nord du pays. Dans la partie Sud les ressources souterraines sont considérables mais par contre, elles ne sont que très peu renouvelables (Imache, 2003). Ce qui donne une grande variabilité dans les ressources hydriques entre le Nord du pays et le Sud et entre l'Est et l'Ouest.

#### I.3.1. Situation générale des ressources

Du fait de son appartenance géographique à la zone aride et semi-aride, l'Algérie est soumise à des conditions hydro-climatiques défavorables. Du Nord au Sud du territoire algérien, on distingue trois régions :

- Région tellienne représente 4% de la superficie totale avec un climat méditerranéen, représente 90% des eaux de surface
- Région steppique des hauts plateaux représente 9% de la superficie totale avec un climat semi-aride.
- Région saharienne représente 87% de la superficie totale avec un climat aride (Morgan et Alexis, 2013).

Avec une précipitation moyenne de 89 mm/an (représente un volume de 211,5 milliards m<sup>3</sup>/an). Ces précipitations sont aussi inégalement réparties; allant de l'Est à l'Ouest elle connaît une régression importante (tableau N°01).

**Tableau N°01:** variations des précipitations sur le territoire national (mm/an)

Région	Ouest	Centre	Est
Littoral	400	700	900
Atlas tellien	600	700-1000	800-1600
Hautes plaines	250	250	400

Source :(Ouradi, 2014)

Le découpage de l'Algérie du nord en différentes régions repose sur les critères suivants :

- Les caractéristiques géographiques et naturelles des régions.
- Le groupement des bassins versants et sous bassins hydrographiques entre lesquels existent des nécessités de transfert (Remini, 2005).
- Le territoire national est actuellement subdivisé en cinq régions hydrographiques regroupant les 17 bassins versant du pays (Morgan et Alexis, 2013).

### **I.3.1.1. Les ressources superficielles**

Les ressources en eau dépendent évidemment du climat, à la fois dans leur répartition spatiale et dans l'évaluation de leur bilan saisonnier ou annuel. Les eaux superficielles sont, pour leur plus grande part, entraînées par ruissellement et par écoulement torrentiels, vers la mer ou les dépressions fermées; les débits sont irréguliers dans l'année avec des étiages nuls et des crues de courtes périodes mais violentes, causant une érosion à l'amont et des inondations à l'aval. L'irrégularité interannuelle est aussi marquée. Les besoins en eau ont tendance à être à forte composante saisonnière : l'irrigation, la population, ainsi que la part du tourisme concentré dans les zones littorales concourent à déterminer une forte saisonnalité des utilisations de l'eau. A l'inverse de la variabilité saisonnière des ressources : les demandes en eau sont maximales quand les ressources sont minimales. Dans les études menées dans le cadre du Plan National de l'Eau et qui intègrent des années de sécheresse (jusqu'à 1993), ce potentiel est revu à la baisse puisque les ressources en eau de surface ont été, cette fois c'évaluées à 12.350 milliards de m<sup>3</sup> répartis par bassin hydrographique (tableau N°02) (Ouradi, 2014).



**Tableau N°02:** Répartition spatiale des eaux de surface.

Régions	Apports moyens (Hm <sup>3</sup> )	Apports contrôlés (Hm <sup>3</sup> )	Taux de mobilisation %	Apports résiduels (Hm <sup>3</sup> )
Oranie Chott Chergui	988	461	47	527
Chélif Zahrez	1 605	1 145	71	460
AlgéroisHodna Soummam	4 587	2 383	52	2 204
Constantinois Seybouse	4 527	2 542	56	1 985
Sud	600	170	28.26	430
Totaux	12 307	6 700	54.44	5 606

Source :(Ouradi, 2014)

Au plan spatial, les ressources en eau sont concentrées dans les bassins côtiers, qui reçoivent 11.1 milliards de m<sup>3</sup> (90.2%) de l'écoulement total, celles des hautes plaines ne sont estimées qu'à 0.7 milliards de m<sup>3</sup> (5.7%) et enfin les bassins sahariens entrent pour 0.5 milliards de m<sup>3</sup> (4.1%) (Ouradi, 2014). Ces eaux superficielles sont deux fois plus importantes à l'Est qu'à l'Ouest où la précipitation est importante. Ces chiffres sont en fait la capacité théorique des barrages qui sont soumis à des réductions importantes en raison de l'envasement, des fuites et de la forte évaporation notamment en cas de sécheresse prolongée.

### I.3.1.2. Les ressources souterraines

Au regard des ressources mobilisables existantes, les prélèvements exercés sur les ressources hydriques apparaissent comme importants. Ils ont été estimés à près de 4,2 milliards de m<sup>3</sup> dont 78 % issus des nappes souterraines (Ferrah et Yahiaoui, 2004). Les potentialités en eaux souterraines directement exploitables sont évaluées, par le service technique de l'ANRH, à 1,8 milliards de m<sup>3</sup> dans la région Nord. Ces ressources sont relativement faciles à mobiliser et sont ; aujourd'hui ; exploitées à plus de 90% à l'inverse les ressources en eaux souterraines situées dans le Sud, les réservoirs du Nord du pays sont renouvelables, ils concernent au total 126 nappes principales. Les ressources en eau souterraines du Nord du pays connaissent un niveau de surexploitation avancé. Dans le Sud, les ressources en eau souterraines sont beaucoup plus importantes et sont contenues principalement dans des aquifères, qui s'étendent, pour certains, au-delà même des frontières

## Chapitre II L'eau en Algérie

Algériennes : il s'agit des nappes du continental intercalaire ou nappe albiennne, et du complexe terminal. Les réserves théoriques des deux aquifères sont estimées à près de 60 000 Km<sup>3</sup>. Les volumes emmagasinés dans ces deux aquifères sont énormes, mais ils ne sont que très peu renouvelables pour ne pas dire qu'ils sont fossiles. Les nappes du Sahara septentrional sont exploitées à hauteur de 5 milliards de m<sup>3</sup> par an, ce qui porte le total des ressources en eau exploitables (souterraine et superficielle) à 6.8 milliards de m<sup>3</sup> (Ouradi, 2014). La répartition par région hydrographique des eaux souterraines se présente comme suit :

**Tableau N°03:** Répartition des ressources souterraines (millions de m<sup>3</sup>)

Bassin hydrographique	Oranie Chott Chergui	Cheliff Zahrez	Algérois Hodna Soummam	Cons Mallegue Seybouse	Sud	Total
Ressources disponibles	375	231	745	543	5 000	6 894
Ressources exploitées	284	333	720	276	1 400	3 013
Taux de mobilisation	75%	144%	97%	80%	28%	43.70%

Source :(Ouradi, 2014)

### I.3.1.3. Le dessalement d'eau de mer

L'Algérie, qui dispose de 1 200 km de côtes, a mis en œuvre l'alternative du dessalement d'eau de mer (trois quarts) ou d'eau saumâtre (un quart) pour alimenter en eau potable des villes et localités du littoral, et jusqu'à 60 km aux alentours. Le coût de cette technique est passé de 10 \$/m<sup>3</sup> à 0,6-0,8 \$/m<sup>3</sup> d'eau entre les années 1980 et aujourd'hui. Cette réduction des coûts a rendu cette technique compétitive et les spécialistes estiment à plus de 10% par an l'augmentation de capacité installée grâce à ces usines à travers le monde. Nombre de pays méditerranéens, dont l'Espagne et l'Algérie en tête, développent cette technique.

Le recours aux unités de dessalement permet également de réserver une partie plus importante des eaux de barrages à l'agriculture. La station d'El-Mactaa, proche d'Oran, dont l'entrée en exploitation est prévue fin 2013 disposera d'une capacité de 500 000 m<sup>3</sup>/j., soit l'une des plus grandes, permettant la couverture à long terme des besoins de cinq millions de personnes en eau potable (Morgan et Alexis, 2013). L'Algérie compte en 2013 neuf grandes

stations de dessalement en exploitation à même de produire jusqu'à 1,4 millions de m<sup>3</sup> d'eau dessalée par jour. La mise en exploitation de deux autres stations portera la capacité de production totale à 2,1 millions de m<sup>3</sup>/jour (Morgan et Alexis, 2013). En moyenne, ces stations ont une capacité de production qui se situe entre 100 000 et 200 000 m<sup>3</sup> par jour.

### **I.3.1.4. La réutilisation des eaux usées épurées**

La réutilisation des eaux usées épurées afin de subvenir aux besoins en eau croissants du secteur agricole a longtemps été entravée en raison de la vétusté des stations d'épuration du pays. Dans la nouvelle politique de l'eau, elle est devenue un axe prioritaire et des investissements ont été consentis dans la réhabilitation des anciennes stations et dans la construction de nouvelles. Étant donnée la situation de stress hydrique, les pouvoirs publics ont vu dans cette opportunité un moyen de réduire ou du moins de préserver les ressources en eaux traditionnelles tout en accroissant la production agricole.

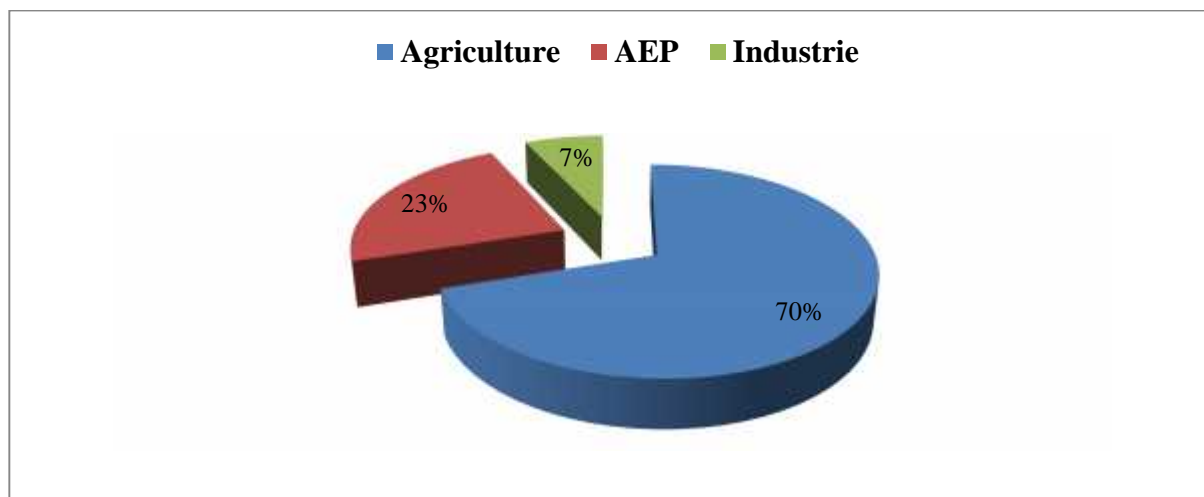
L'objectif déclaré des autorités est de comptabiliser 239 stations d'épuration des eaux usées en 2014 correspondant à une capacité de 1,2 milliards de m<sup>3</sup> par an d'eaux épurées. Le recours croissant à cette ressource d'eau non conventionnelle constitue une incitation supplémentaire pour améliorer les capacités d'épuration des eaux usées et augmenter le taux de raccordement des particuliers au réseau d'assainissement (Morgan et Alexis, 2013).

### **I.3.2. Les barrages**

Les barrages ont été longtemps le principal vecteur disponible en matière de domestication des eaux superficielles afin de développer la capacité de retenue des eaux de surface, ont été construits actuellement 70 barrages pour une capacité globale de 7,3 milliards de m<sup>3</sup> d'eau (Morgan et Alexis, 2013).

### **I.3.3. Répartition des ressources entre les différents consommateurs**

L'agriculture, premier secteur consommateur d'eau, représente actuellement 70 % de la consommation totale, suivie de l'alimentation en eau potable avec 23 % chiffre en progression, enfin l'industrie avec 7 % de la consommation totale (MADR, 2007).



**Figure N°01:** Consommation d'eau par secteur (MADR, 2007)

### I.4. Conclusion

La raréfaction de l'Algérie avec les ressources en eau renouvelable, les effets du faiblement de précipitation, le non renouvellement la totalité des eaux souterraines et l'augmentation exponentielle des besoins en eau douce de l'AEP, l'agriculture et l'industrie. La mauvaise gestion et l'exploitation non raisonnable reste un problème majeure dans la diminution des ressources en eau qui limitent le développement économique, surtout le secteur agricole et portent atteinte à tout l'écosystème.

## **Chapitre II**

### **Les besoins en eau des cultures**

## II.1. Introduction

Il est nécessaire d'évaluer les besoins en eau d'une culture, afin de déterminer les volumes d'eau à apporter par l'irrigation au cours de la saison de croissance. (Simonne, 2011), pour la planification de l'irrigation des cultures, d'utiliser des méthodes dynamiques de bilan hydrique du sol, incluant la météorologie et l'évolution du stade phénologique de la culture, et des mesures directes de l'état hydrique du sol.

## II.2. Notions d'évapotranspiration

### II.2.1. Evapotranspiration potentielle (ETP) ou ( $ET_0$ )

La définition de l'évapotranspiration potentielle est la suivante : c'est « l'évapotranspiration maximale d'un gazon ras couvrant complètement le sol, bien alimenté en eau, en phase active de croissance et situé au sein d'une parcelle suffisamment étendue » (Perrier, 1977).

### II.2.2. Evapotranspiration Maximale (ETM)

L'évapotranspiration maximale correspond à la consommation d'eau maximale d'une culture, en bon état physiologique, en absence de toute restriction dans son alimentation hydrique. (Mouhouche, 1983). Elle dépend le stade phénologique de la culture.

Il peut donc évaluer les besoins maximums des plantes avec la relation suivante :

$$ETM = K_c \times ETP \quad (1)$$

Avec  $K_c$  c'est le coefficient cultural.

### II.2.3. Evapotranspiration réelle (ETR)

C'est l'évapotranspiration d'une culture donnée dans les conditions réelles où elles se trouvent. Elle se produit dans un sol occupé par une culture lorsque son humidité varie dans le temps en fonction des ressources en eau disponibles (Doorembos, 1975).

## II.3. Méthodes de calcul de l'évapotranspiration des cultures

### II.3.1. Méthode directes

Pour déterminer l'évapotranspiration d'un couvert végétal, la méthode la plus simple dans son principe est celle basée sur le bilan hydrique d'un système de dimensions finies, appelé lysimètre ou évapotranspiromètre (Allen et *al*, 1991).

Le principe de la mesure est simple : on irrigue tous les jours le gazon sur la cuve de manière à maintenir le sol à la capacité de rétention ; on mesure ensuite les pertes d'eau au drainage et la quantité de pluie (Clément et *al*, 2007).

La différence entre pluie + irrigation et le drainage représente le volume d'eau perdu par évapotranspiration à partir du sol et du gazon installé sur la cuve. (Clément et *al*, 2007).

L'expression ci-dessus devient :

$$ET \text{ mm/j} = P + I - D \quad (2)$$

### II.3.2. Méthode indirectes

#### II.3.2.1. Formule de BLANEY- CRIDDLE

A partir des expériences faites sur cuve lysimétrique dans les zones arides et semi arides commencés en 1931, BLANEY et CRIDDLE (1952) aboutissent à la formule suivante :

$$ETP = K (0,46t + 8,13)P \quad (3)$$

Avec :

ETP : évapotranspiration mensuelle en mm

K : coefficient variable englobant différents facteurs non analysés et définis par statistique et variant de 0,5 à 0,8, en fonction de la culture et la zone climatique d'essai.

t : température mensuelle moyenne en C°.

P : pourcentage (%) d'heures diurnes pendant le mois considéré par rapport au nombre d'heures diurnes annuelles.

#### II.3.2.2. Formule de THORNTHWAITE (1954)

Etablie en cherchant à définir un indice climatique ; elle s'écrit :

$$ETP = T + 0,04 T (T - 65) + T - m \quad \text{si } T - m > 0 \quad (4)$$

Ou :

$$ETP = T + 0,04 T (T - 65) - 2(m - T) \quad \text{si } T - m < 0 \quad (5)$$

Avec :

ETP : évapotranspiration potentielle en mm/mois.

T : température moyenne mensuelle en degré Fahrenheit.

m : température moyenne annuelle en degré Fahrenheit.

### II.3.2.3. Formule de TURC

$$ETP = K (T / (T + 15)) \times (Rg + 50) \quad (6)$$

Avec :

T : température mensuelle moyenne.

Rg : radiation solaire globale.

K : 0,37 pour février et K : 0,40 pour les autres mois.

$$Rg = Iga (0,18 + 0,62h/H) \quad (7)$$

Iga : radiation solaire directe en l'absence d'atmosphère.

h/H : durée réelle d'insolation/ durée maximale possible (varie entre 0,1 et 1).

### II.3.2.4. Formule de PENMAN MONTHEITH

À partir de l'équation originale de Penman-Monteith et des équations de la résistance aérodynamique et de surface, la méthode FAO Penman-Monteith pour estimer  $ET_0$  peut être exprimée:

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (es - ea)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)} \quad (8)$$

Avec :

$ET_0$  : évapotranspiration de référence [ $mm \text{ jour}^{-1}$ ].

Rn : rayonnement net à la surface de la culture [ $MJ \text{ m}^{-2} \text{ jour}^{-1}$ ].

G : densité de flux de chaleur dans le sol [ $MJ \text{ m}^{-2} \text{ jour}^{-1}$ ],

T : température journalière moyenne de l'air à une hauteur de 2 m [ $^{\circ}C$ ].

$u_2$  : vitesse du vent à une hauteur de 2 m [ $m \text{ s}^{-1}$ ].

es : pression de vapeur saturante [kPa].

ea : pression de vapeur réelle [kPa].

es-ea : déficit de pression de vapeur saturante [kPa].

$\Delta$  : pente de la courbe de pression de vapeur saturante [ $kPa \text{ } ^{\circ}C^{-1}$ ].

$\gamma$ : constante psychrométrique [ $kPa \text{ } ^{\circ}C^{-1}$ ].



#### II.4. Détermination du coefficient cultural $K_c$

Il existe une relation entre l'ETM de culture et l'ETP de lieu en effet l'ETP ne dépend que des conditions climatiques alors que l'ETM pour une culture donnée, dépend essentiellement de l'état de croissance de la culture. Autrement dit, par culture et par stade de croissance. A cet effet, les quatre phases du développement des cultures sont les suivantes :

- **Phase initiale :**

C'est la période qui s'étale depuis le semis ou le repiquage jusqu'à ce que la culture couvre environ 10% de la surface du sol. Le coefficient est fixé pour toute la période et s'appelle  $K_{c_{min}}$ .

- **Phase de développement :**

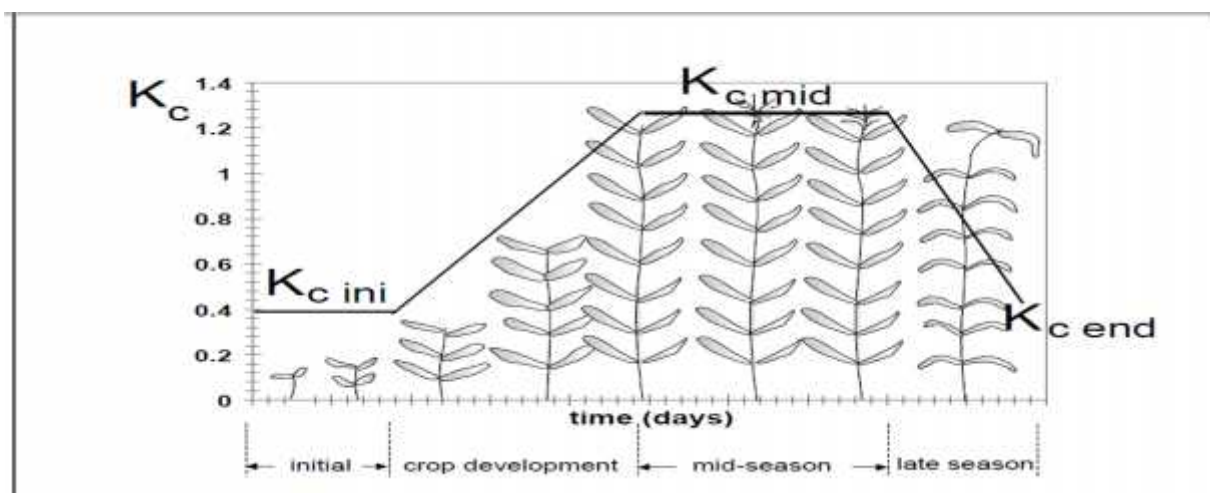
Cette période commence à la fin de la phase initiale et se termine quand la couverture totale du sol est réalisée ; C'est-à-dire quand 70% à 80 % de la surface est ombragée par la culture.

- **Phase de mi- saison ou pleine végétation :**

Cette période commence à la fin de la phase de développement et s'achève à la maturation; elle comprend la floraison et la formation des grains. Le coefficient cultural est constant pendant toute cette période et dénommé  $K_{c_{max}}$ .

- **Phase d'arrière-saison ou de maturation**

Depuis la fin de la mi- saison jusqu'à maturation complète ou récolte ; elle comprend le mûrissement.



FigureN°02: courbe des coefficients culturaux et définition des phases (FAO, 2006).

**Tableau N° 04** : le coefficient cultural de la pomme de terre.

culture	$Kc_{ini}$	$Kc_{mid}$	$Kc_{fin}$
Pomme de terre	0.4	1.15	0.75

Source :(Tiercelin ,1998)

### II.5.Technique d'irrigation

Plusieurs types de systèmes d'irrigation sont convenables pour l'irrigation de la culture de pomme de terre :

#### ➤ Irrigation par gravité

Elle consiste à faire couler de l'eau dans les allées du champ à légère pente. Ce système occasionne des pertes en eau non négligeables.

#### ➤ Irrigation par aspersion

L'irrigation par aspersion est une technique consistant à apporter l'eau d'irrigation sous forme de pluie. Ce résultat est obtenu en forçant un débit d'eau sous pression à travers un orifice de faible dimension appelé buse.

#### ➤ Irrigation localisée (goutte à goutte)

Elle consiste à apporter l'eau à la culture sous forme des gouttelettes. A partir d'installer une série de goutteurs reliées à un tuyau en plastique disposée le long des rangs. Elle est économe l'eau par rapport au système gravitaire et aspersion, mais le cout d'installation sont relativement élevés.

### II.6.Conclusion

La quantité d'eau nécessaire pour compenser les pertes par évapotranspiration depuis un champ cultivé est définie comme les besoins en eau des cultures. Elle est apportée à la plante par différentes techniques d'irrigation.

Ces besoins ne sont pas constants tout au long du cycle de croissance mais varient avec l'âge de la plante. Cette évolution des besoins caractérisés par le coefficient cultural  $Kc$  suit le développement végétatif de la plante.

## **Chapitre III**

### **La pomme de terre en Algérie**

### III.1. Introduction

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) est une plante herbacée tubéreuse originaire d'Amérique latine. Sa production mondiale s'élève à 340 millions de tonnes en 2010 sur près de 18,4 millions d'hectares (Anonyme, 2011).

Dans la pratique agricole, le cycle de production de la pomme de terre est principalement végétatif, les tubercules produits constituant à la fois un organe de reproduction asexuée, la partie alimentaire de la plante et aussi une matière première pour la transformation industrielle (Ellissèche, 2008).

### III.2. Description botanique

La plante est une espèce herbacée vivace par ces tubercules mais cultivée en culture annuelle selon (Rousselle et *al*, 1996). La plante comporte à la fois des tiges aériennes et des tiges souterraines (Darpoux et Debelley, 1967). Les tubercules constituant l'organe le plus intéressant de la plante qui donne à la pomme de terre sa valeur alimentaire.

### III.3. Cycle de reproduction et physiologie

#### III.3.1. Cycle sexué

Le fruit est une baie sphérique ou ovoïde de 1 à 3 centimètres de diamètre, il contient généralement plusieurs dizaines de graines (Bernhards, 1998), et peut contenir jusqu'à 200 graines (Rousselle et *al*, 1992).

La pomme de terre est très peu reproduite par graines dans la pratique agricole, cependant la graine est l'outil de création variétale (Soltner, 2005).

La germination est épigée et les cotylédons sont portés au-dessus du sol par le développement de l'hypocotyle. En conditions favorables, quand la jeune plante a seulement quelques centimètres de hauteur, les stolons commencent à se développer d'abord au niveau des cotylédons puis aux aisselles situées au-dessus, et s'enfoncent dans le sol pour donner des tubercules (Bernhards, 1998).

#### III.3.2. Cycle végétatif

Le tubercule n'est pas seulement un organe de réserve, c'est aussi un organe qui sert à la multiplication végétative. Cette dernière se déroule en quatre étapes :

- La dormance.
- La germination.
- La croissance.
- La tubérisation.

### 1. Dormance

Après la récolte, la plupart des variétés de pommes de terre traversent une période où le tubercule ne germe pas, quelles que soient les conditions de température, d'éclairage et d'humidité. Il s'agit de la période de dormance, et sa durée dépend beaucoup de la variété et des conditions d'entreposage, et surtout de la température (Peron,2006). Pour hâter la germination, on peut traiter chimiquement les tubercules de semence ou les exposer alternativement à des températures élevées et basses (Anonyme, 2003).

### 2. Germination

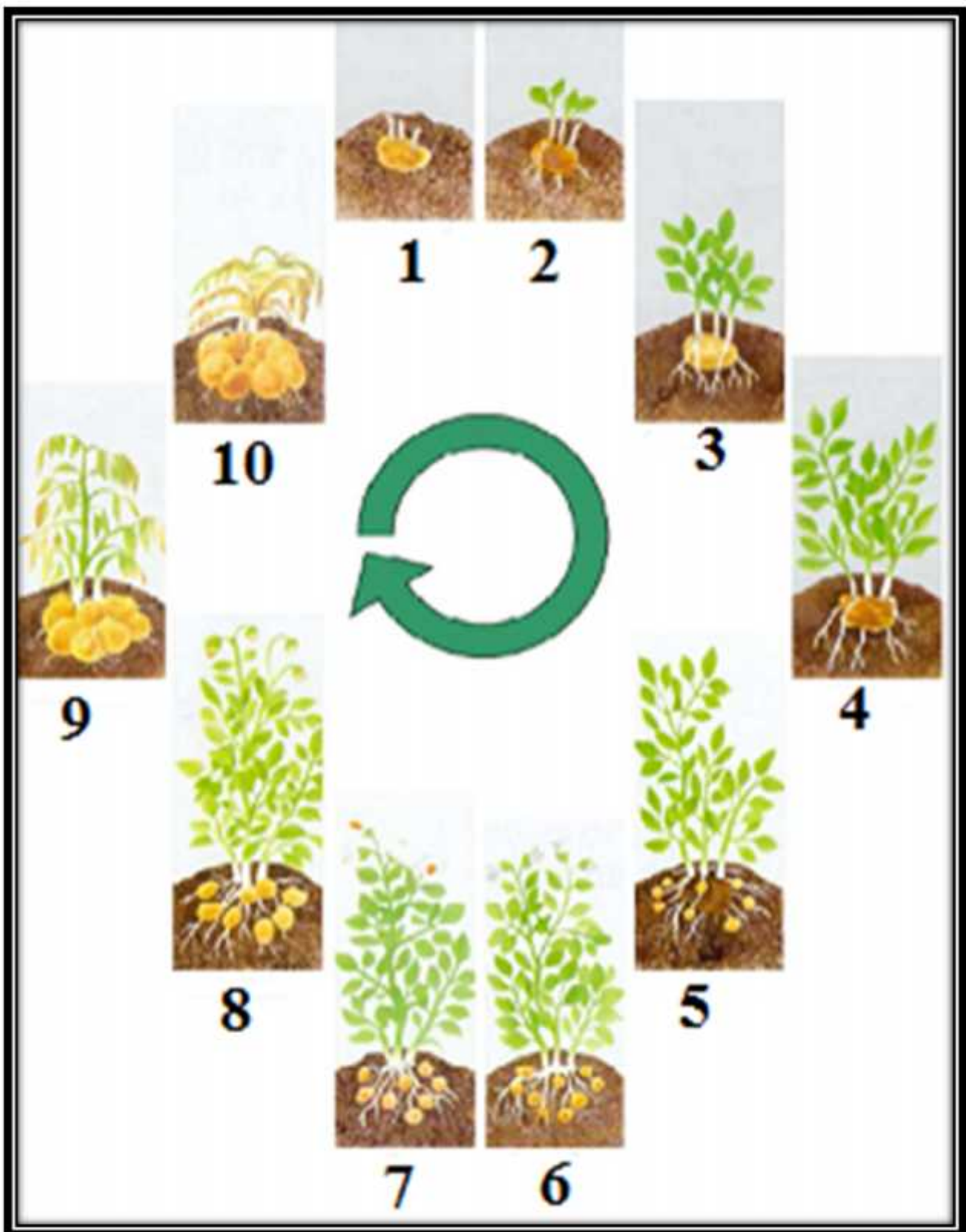
Selon Ellisseche (2008), lorsqu'un tubercule est placé dans des conditions d'environnement favorables (16-20°C, 60-80% d'humidité relative) aussitôt après la fin de son repos végétatif, il commence à germer. Après une évolution physiologique interne les tubercules deviennent capables d'émettre des bourgeons, une évolution interne du tubercule conduit d'abord à un seul germe qui se développe lentement et dans ce cas c'est toujours le germe issu du bourgeon terminal qui inhibe les autres bourgeons : ce phénomène est la dominance apicale (Soltner, 2005). Puis un petit nombre de germes à croissance rapide se développent. Ensuite un nombre de plus en plus élevé de germes démarrent, traduisant une perte progressive de la dominance apicale. Ils s'allongent lentement, se ramifient, deviennent filiformes et finalement tubérisent. (Bernhards, 1998).

### 3. Croissance

Une fois le tubercule mis en terre au stade physiologique adéquat, les germes se transforment en dessous du sol en tiges herbacées pourvues de feuilles ce qui rend la plante autotrophe dès que la surface foliaire atteint 300 à 400 cm<sup>2</sup> (Rousselle et al, 1996). Les bourgeons axillaires donnent, au-dessus du sol des rameaux, et en dessous, des stolons (Soltner, 2005).

### 4. Tubérisation

Les bourgeons situés sur les nœuds de la partie souterraine des tiges se développent en stolons à certain moment. Le plus souvent entre deux et quatre semaines après la levée du sommet du stolon commence à renfler et forme un tubercule (Vanloon, 1987)



**Figure N°03:** Cycle de production de *Solanum tuberosum* L. ssp. *Tuberosum* (Delaplace, 2007).

Légende

1. Germination, 2. Emergence ,3. Développement, 4. Elongation ,5. Couverture de sol,
6. Boutons floraux, 7. Floraison, 8. fructification, 9. Jaunissement, 10. Récolte.

### III.4. Les exigences de la plante

#### III.4.1. Exigences climatiques

La pomme de terre est une plante rustique qui est susceptible de se développer dans des régions variées. Dans des milieux fort différents mais sa préférence est aux conditions écologiques assez précise c'est sous le climat tempéré humide qu'elle réussit le mieux et assure les meilleures récoltes (Laumonier, 1979).

##### 1. La température

La température optimale se situe 15.5° et 20°C. Le zéro de la végétation de la pomme de terre est assez élevé 6 à 18 °C (Clement, 1989).

Au-dessous du 10°C la croissance est réduite et la partie aérienne de la plante gèle à 1°C au-delà de 29°C la tubérisation est inhibée (Laumonier, 1979).

##### 2. La lumière

La lumière intervient par son effet photopériodique dans l'induction de la tubérisation et par son intensité dans l'activité photosynthétique. Les photopériodes courtes sont plus favorables à la tubérisation et les photopériodes longues plus favorables à la croissance. La plupart des cultivars utilisés dans les régions à climat tempéré ont des photopériodes critique comprises entre 13 heures et 16 heures (Rousselle et al, 1996).

##### 3. L'humidité

La pomme de terre est une culture de la zone tempérée. Elle exige une humidité abondante et régulière. La plante a besoin de grandes quantités de pluies, parce que 95% de l'eau absorbée par les racines passent dans l'air par transpiration (Vanderzaag, 1990).

Dans des meilleures conditions, la pomme de terre utilise de 300 grammes d'eau pour former un gramme de matière sèche en période de forte tubérisation. c'est jusqu'à 80 m<sup>3</sup> d'eau par hectare et par jour qui peuvent lui être nécessaire (Vanderzaag, 1990).

##### 4. L'alimentation en eau

Les besoins en eau de la pomme de terre varient au cours du cycle végétatif. Ils sont surtout importants au moment de l'initiation des tubercules. Un stress hydrique se manifestant à ce stade peut entraîner une réduction du nombre d'ébauches formées par plante, consécutive à une réduction du nombre de stolons formés par tige (Rousselle et al, 1996). Ses besoins en eau, faibles en début de végétation, sont très importants au moment de la croissance foliaire et de la tubérisation. L'irrigation peut être très efficace (Soltner, 1990).

Les apports d'eau sont de l'ordre de 4000 à 6000 m<sup>3</sup> /ha pour la pomme de terre de saison et 3000 à 4000 m<sup>3</sup> /ha pour la pomme de terre d'arrière-saison (Anonyme, 2010).

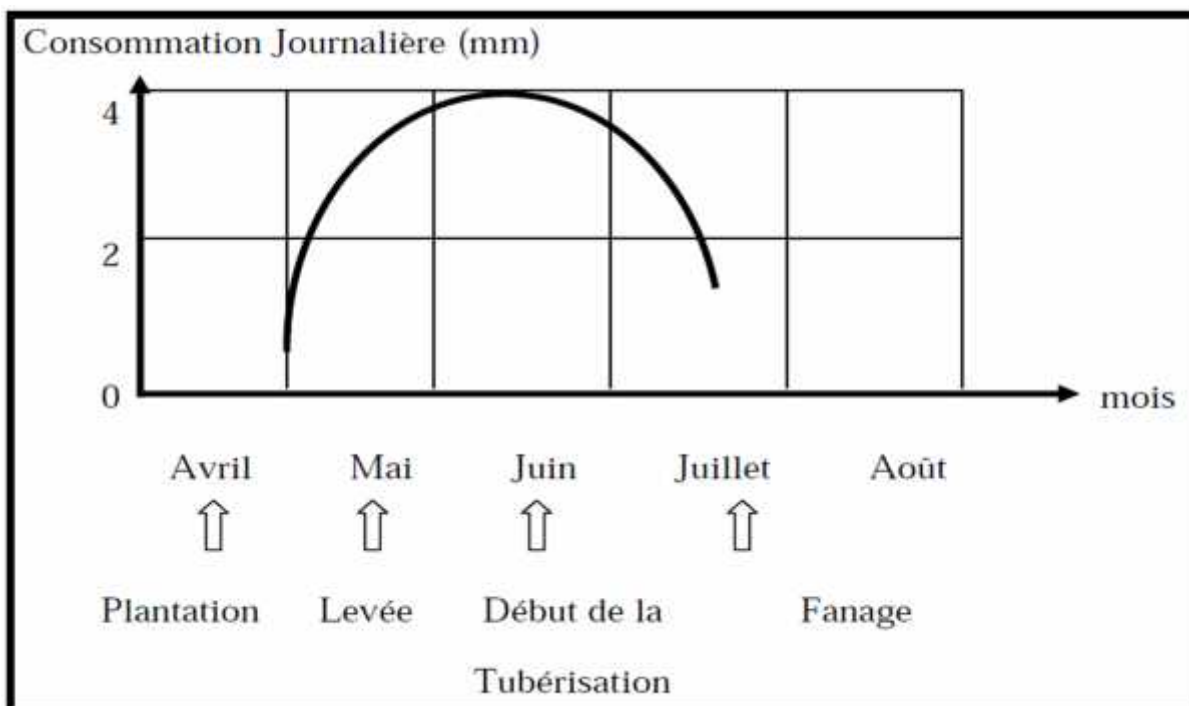


Figure N°04 : Courbe des besoins en eau de la pomme de terre (Rousselle et al, 1996).

#### III.4.2. Exigences édaphiques

La pomme de terre préfère les sols siliceux ou silico-argileux, légers, assez frais et profonds. Elle s'accommode des terres acides dont le pH est assez bas 5,5 à 6. Il n'y a que les terrains très argileux, froids et humides au printemps et en automne, secs et compacts en été, ou trop calcaires qui ne lui conviennent pas (Gauthier, 1991).

### III.5. Généralités sur la production de la pomme de terre

#### III.5.1. Production mondiale

Le secteur de la pomme de terre est en pleine évolution. Ainsi jusqu'au début des années 90, la plupart de la production était cultivée et consommée essentiellement, en Europe, en Amérique du nord. Depuis, la production et la demande ont enregistré une forte croissance en Asie, en Afrique et en Amérique Latine, où la production est passée de moins de 165 millions de tonnes entre 2005 et 2006 (FAO state, 2008), a atteint le chiffre record de 340 millions de tonnes en 2010 (Anonyme, 2011).

#### III.5.2. Production de la pomme de terre en Algérie

##### 1. Evolution de la production

En 2010, la production de la pomme de terre en Algérie a été environ de 3 290 000 tonnes pour une superficie de 126 600 hectares. L'évolution entre 2000 et 2010 est consignée dans le tableau N°05

**Tableau N°05 :** Evolution de la production de pommes de terre durant la période (2000-2010)



Année	Production (tonne)	Surface cultivée (ha)	Rendement (tonne/ha)
2000	1 276 000	72 690	16,6142
2001	967 232	65 790	14,7018
2002	1 333 465	72 580	18,3723
2003	1 879 918	88 660	21,2036
2004	1 896 270	93 144	20,3584
2005	2 176 500	99 717	21,6267
2006	2 180 961	98 825	22,0689
2007	1 506 859	79 339	18,9926
2008	2 171 058	91 841	23,6393
2009	2 536 057	105 121	24,1251
2010	3 290 000	126 600	26,0 000

Source :(Boufares, 2012)

On observe une élévation du rendement entre les années 2000 et 2010, liée à l'augmentation en parallèle de la production cultivée de la pomme de terre.

## 2. Les Principales variétés cultivées en Algérie

De nombreuses variétés blanche et rouge qui sont cultivées en Algérie qui sont : Les variétés rouges plus fréquentes sont : Amorosa, Brentina, Cardinal, Désirée, Resolie. Et les variétés blanches sont : Spunta. Safran, Diamant, Appolo, Ajax, sahel.

### III.6. Conclusion

Le secteur de la pomme de terre est en pleine évolution et n'a cessé de s'accroître à travers le monde .L'augmentation de la demande liée à la consommation de la pomme de terre, ce qui a engendré une extension continue de cette culture. La production de pomme de terre en Algérie ne satisfait pas les besoins du consommateur, ce qui fait de nous un pays dépendant de l'étranger surtout en matière de semence.

**DEUXIEME PARTIE**  
**MATERIEL ET METHODES**

# **Chapitre I**

## **Présentation de la zone d'étude**

**I.1.Situation géographique**

La wilaya d'Ain Defla se présente comme étant une zone relais entre l'Est et L'Ouest, le Nord et le Sud, occupant de ce fait, une position géographique centrale pouvant lui confier un rôle stratégique lors de l'élaboration du schéma national d'aménagement du territoire, assurant ainsi une parfaite jonction entre le littoral et la région des hauts plateaux ainsi qu'une meilleure liaison entre la région Ouest et celle de l'Est du pays.

Le territoire de la wilaya reste inséré entre les massifs montagneux du Dahra-Zaccar au Nord et l'Ouarsnis au sud avec une plaine au centre sous forme de cuvette, traversée d'est en Ouest par oued Cheliff, cours d'eau d'importance nationale.

La wilaya d'Ain Defla est située à 145 km au sud-ouest de la capitale et s'étend sur une superficie de 4544,28 km<sup>2</sup> (ANDI, 2014).

La wilaya d'Ain Defla est limitée par 5 wilayas:

- ◆ Au Nord la wilaya de Tipaza
- ◆ Au Nord-Est la wilaya de Blida
- ◆ A L'Est la wilaya de Medea
- ◆ A l'Ouest la wilaya de Chlef
- ◆ Au Sud la wilaya de Tissemsilt



**Figure N°13:** Situation géographique de La wilaya d'Ain Defla (ANDI).

**I.2. Le relief**

Le territoire de la wilaya est modelé selon sa configuration géographique avec :

**I.2.1. Les Monts du Dahra-Zaccar**

Limité à l'Est par la Mitidja et l'Atlas Blidéen, au Nord par la mer, au Sud par la plaine du Cheliff et à l'Ouest par la plaine Habra. Cet ensemble se scinde en deux blocs distincts:

**I.2.1.1. Le Zaccar:**

Il est formé de deux monts calcaires: le Zaccar Gherbi avec une altitude qui atteint 1576 m et le Zaccar Chergui dont l'altitude la plus élevée atteint 1530 m. La forêt naturelle est dense (ANDI, 2014).

**I.2.1.2. Le Dahra**

Il est formé d'un relief complexe. L'altitude moyenne avoisine les 700 m c'est la partie la plus fermée et la plus accidentée de l'ensemble Dahra-Zaccar. Les pentes sont fortes et varient entre 12% et 25%. Les terrains sont tendres à prédominance marneuse favorisant l'érosion. La végétation naturelle est très dégradée à prédominance de maquis (ANDI, 2014).

**I.2.2. Les Monts de l'Ouarsnis**

Au sud, on retrouve les monts de l'Ouarsnis qui restent un ensemble très important de l'atlas tellien. Le sommet le plus haut est à 1700 m, et est situé à la limite sud de la wilaya au niveau de la commune de Tarik Ibn Ziad. La formation rocheuse de cet ensemble est schiste marneuse favorisant l'érosion. Les pentes sont comprises entre 10% et 30% (ANDI, 2014).

**I.2.3. La plaine du Cheliff**

Au centre se trouve une plaine sous forme de cuvette qui reste compartimentée entre les deux reliefs infranchissables (l'Ouarsnis et le Dahra-Zaccar). Il s'agit de la plaine du Chélif et fait en moyenne 3 km de large sur 60 km de long et s'étend le long du territoire de la wilaya d'Est en Ouest (ANDI, 2014).

**I.3. Les ressources hydriques de la wilaya de Ain Defla**

La wilaya de AinDefla dispose de grandes réserves hydriques tant souterraines que superficielles. Qui sont les suivants:

### **I.3.1.Les ressources superficielles**

Cette ressource comprise dans 5 Barrages avec une capacité cumulée de 491 Hm<sup>3</sup> (DSA, 2015).

### **I.3.2.Les ressources souterraines**

Cette ressources comprises dans 1237 Forages avec un débit moyen 12 l/s par unité ,2 074 Puits avec un débit moyens 1.5 l/s par unité (DSA, 2015).

## **I.4. Secteur de l'agriculture**

La wilaya de Ain Defla recouvre une superficie agricole totale de 235 611 ha soit 51.8% de la superficie totale de la wilaya. La superficie agricole utile est de l'ordre de 181 676 ha soit 77.1% de la SAT (DSA, 2015). Elle était de 170 384 ha en 1998 soit une augmentation absolue de 11 292ha de 1998 à 2011 La superficie cultivée en irrigué concernait 40865 ha en 2011 soit 22.5% de la SAU, alors qu'elle était de l'ordre de 22655 ha en 1998 soit une augmentation absolue de 18210ha (ANDI, 2014).

Les cultures sous serres restent peu développées et concernent une superficie de 195ha représentant 0,11% de la SAU (DSA, 2015).

### **I.4.1. La répartition de la superficie agricole utile**

#### **• Exploitations agricoles collectives**

1 447 exploitations pour 6 242 exploitants et une superficie globale de l'ordre de 41 206 ha dont une superficie exploité de 39 590 ha (ANDI, 2014).

#### **• Exploitations agricoles individuelles**

887 Exploitations pour une superficie globale de 5 717 ha toutes exploitées dont 2 061 ha irriguées (ANDI, 2014).

#### **• Fermes pilotes**

06 fermes pilotes pour un effectif permanent de 170 personnes et une superficie totale de l'ordre de 5 277 ha dont une superficie exploitée de 5 215 ha dont 1 355 ha irriguées (ANDI, 2014).

• **Exploitations privées**

Le nombre de propriétaires privés est de 21 745 personnes pour une superficie globale de 183 411 ha, et une superficie exploitée de 131 154 ha dont 22 922 ha irriguées (ANDI, 2014).

**I.4.2. La wilaya de Ain Defla dévisser en trois superficies :**

Le massif nord (Dahra Zaccar) : qui représente 37% de la SAU agriculture de subsistance (DSA, 2015).

La plaine centrale représente 35% de la SAU : basé sur les polycultures et l'élevage laitier (DSA, 2015).

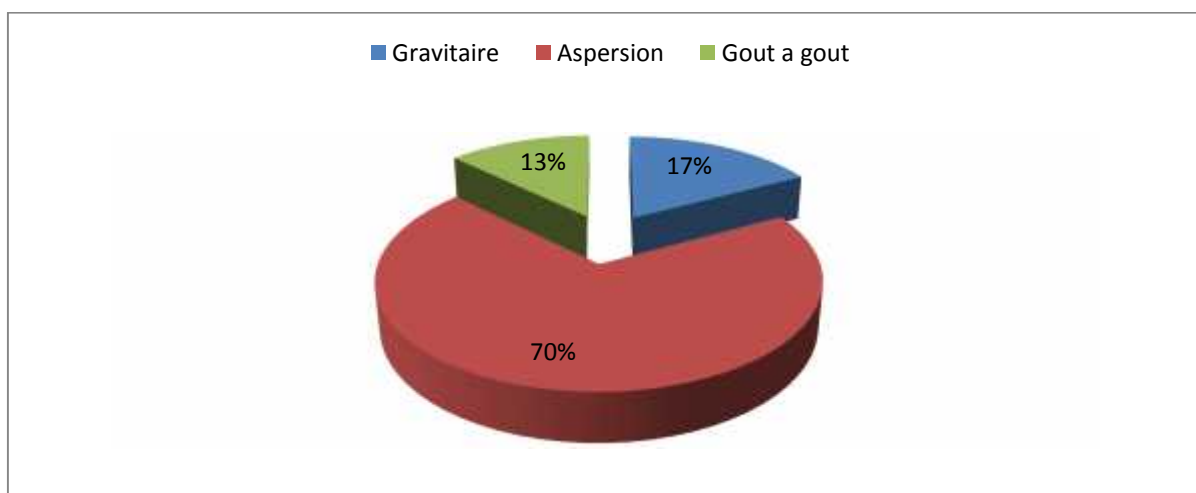
Le massif Sud (Ouarsnis) représente 26% de la SAU : basé sur les céréales et l'élevage en extension (DSA, 2015).

**I.4.3. Superficies irriguées par mode d'irrigation (campagne 2013/2014)**

Gravitaire : 7 915 ha correspondent 17% de la superficie irriguée.

Aspersion : 32 201 ha correspondent 70% de la superficie irriguée.

Gout a gout : 5 884 ha correspondent 13% de la superficie irriguée (DSA, 2015).



**Figure N°14 :** la surface irriguée par chaque mode d'irrigation (DSA, 2015).

## I.5. Climat

Le climat est un facteur limitant pour la production végétale et essentiellement en région méditerranéenne à saison contrastée. Les plaines de Ain Defla sont caractérisées par un climat de type méditerrané semi-aride, généralement, on assiste à un été long et tempéré, des hivers pluvieux et froids et des automnes et des printemps très court.

Les différentes éléments caractérisant le climat, sont principalement : les précipitations, la température, le vent, l'humidité relative et les heures d'insolation.

Les données climatiques disponibles pour la wilaya de Ain Defla sont celle des observations effectuées au niveau de la station météorologique de l'agence nationale des ressources hydriques du barrage Harraza, situé à Djelida où centre de la wilaya de Ain Defla qui donne les cinq paramètres climatiques.

Les caractéristiques géographiques de la station Harraza sont présentée dans le tableau N° 06.

**Tableau N° 6 :** les coordonnées géographiques de la station Harreza.

Stations	Codes	X (m)	Y (m)	Z (m)
Barrage de Harraza	01-17-18	428376,88	4005240,25	315

(Source : ANRH.2014)

### I.5.1.La précipitation

Nous engloberons sous le terme de précipitation toutes les eaux qui tombent à la surface de la terre sous forme liquide et/ou solide: neige, grésil, gel.

On dispose de données pluviométriques sur une période de 34 ans, les données disponibles relatives à ces station nous ont permis de caractériser région étudiée.

#### I.5.1.1.Les précipitations

Tableau N°07, prend les périodes d'observation des précipitations moyenne mensuelle de la campagne 1980-2014, dans la station pluviométrique sont :



**TableauN°07:** les résultats de précipitation obtenus dans la station de barrage Harraza.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Total
Précipitation moyenne (mm)	19.3	27.3	44.0	47.5	46.6	49.1	40.2	32.8	23.5	09.1	02.8	06.3	348.5

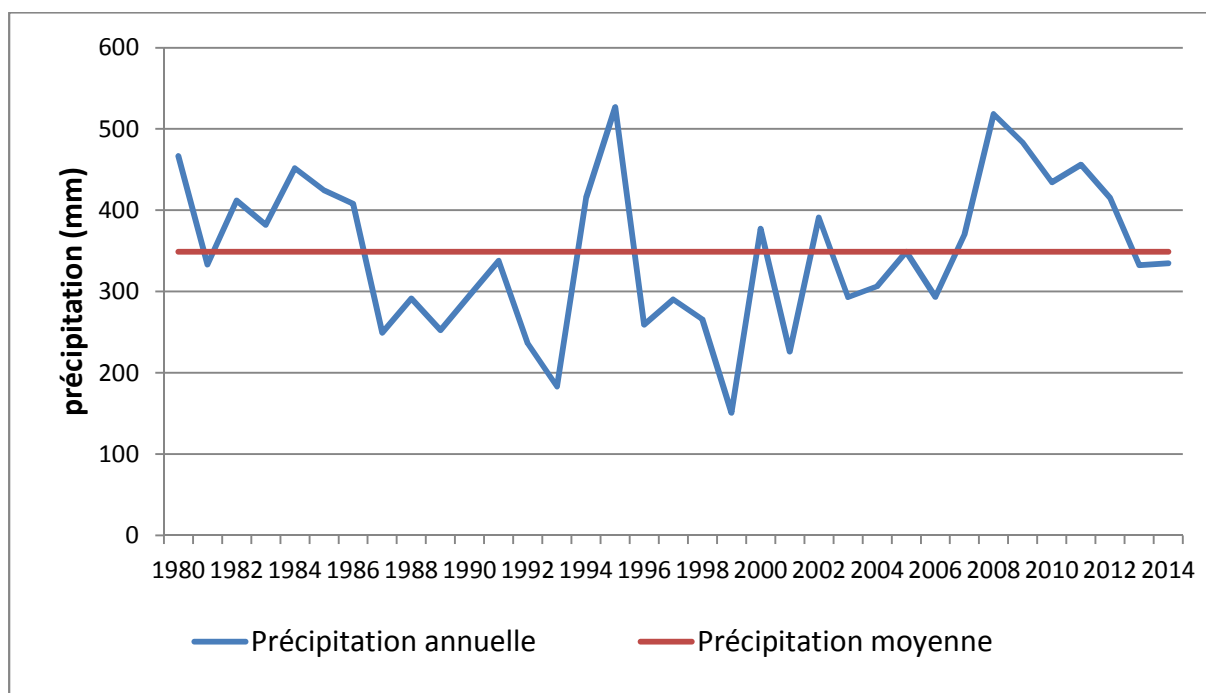
(Source : ANRH.2014)

Après l'analyse des pluies moyennes mensuelles observées par la station, nous a permis de constater que la répartition est caractérisée par deux saisons bien distinctes :

- Une saison humide d'octobre en mai, où la pluviométrie atteint en moyenne 90% des précipitations totales annuelles.
- Une saison sèche entre juin à septembre.

**I.5.1.2. Les précipitations annuelles**

Prend les périodes d'observation des précipitations moyenne annuelle dans la station pluviométrique de barrage Harraza (figure N°15)



**FigureN°15:** Evolution des Précipitations Moyenne et Moyenne Annuelle durant la période (1980-2014).

Après les analyse des précipitations moyennes annuelles montre que l'année la plus pluvieuse est celle de (1995) avec une pluviométrie dépasse 520 mm, et l'année la plus sèche est celle de (1999) avec une pluviométrie non dépasse pas 152 mm dans cette stations.

**I.5.2. La température**

Les moyennes mensuelles des températures enregistrées au niveau de station Barrage Harreza sont représentées dans le tableau N°08.

**Tableau N°08:** Variation des températures moyennes mensuelles.

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
T monsielle	24.7	20.6	14.0	10.5	9.5	10.5	13.1	15.5	20.1	25.7	29.1	29.6
Tmax	29.5	26.8	17.7	13.9	12.5	13.5	15.8	18.4	23	29.5	34.3	33.8
Tmin	18.2	17.7	10.8	8.6	6.6	6.3	10.9	12.5	16.5	21.4	21.2	24.4

(Source : ANRH.2014)

On constate selon le tableau N°08

- allant du mois de Décembre au mois d'Avril ou la température moyenne est faible atteint 9.55°C dans le mois de janvier.
- allant du mois de mai au mois de novembre ou la température moyenne est élevé atteint 29.68°C dans le mois d'août.

**I.5.3.Humidité relative**

Les données de l'humidité relative sont présentées par le tableau N°09.

**Tableau N°09 :** Les moyennes mensuelles de l'humidité relative enregistrées au niveau de la station du Barrage Harreza

Mois	Sep	Oct	Nov	Dés	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
Hr %	55.26	57.32	55.5	58.85	58.93	54.62	50.91	49.73	47.7	47.1	46.27	48.62

(Source : ANRH.2014)

La valeur maximale de l'humidité relative moyenne mensuelle de la station Barrage

Harreza est observée au mois de janvier avec une valeur de 58.93%, tandis que la valeur minimale est observée durant le mois de juillet avec 46.27%. L'humidité relative moyenne de la station est autour de 52.57%.

**I.5.4. Le Vent**

Les moyennes mensuelles de vent enregistrées au niveau de station du barrage sont représentées dans le tableau N°10.

**Tableau N°10:** Relevés des vitesses de vents moyennes mensuelles (Km/h) dans la station du Barrage Harreza.

Mois	Sept	Oct	Nov	Dés	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
Vitesse moy (Km/h)	2.6	2.59	3.09	3.54	3.03	3.9	3.29	3.22	3.74	2.43	2.48	2.76

(Source : ANRH ,2014)

Après les données des vitesses moyennes du vent enregistrées au niveau de station barrage Harreza, la vitesse du vent est plus variée entre la période de janvier et mai.

La vitesse moyenne mensuelle des vents varie de 2.43 à 3.9 Km/h, avec une valeur maximale de 3.9 Km/h au mois de février et une valeur minimale de 2.43 km/h au mois de juin.

**I.5.5. L'insolation**

Les moyennes mensuelles de l'insolation enregistrées au niveau de station barrage Harreza sont représentées dans le tableau N°11.

**Tableau N°11 :** Durées d'insolation mensuelle moyenne de Ain Defla

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dés
Durée h/j	4.84	6.23	6.8	7.58	9.32	9.92	10.97	10.15	8.24	6.86	5.77	4.93

(Source :ANRH, 2014)

L'insolation varie durant l'année elle est maximale au mois de juillet 10.97 h/j et minimale dans le mois de janvier 4.84 h/j.

**I.6.Le sol**

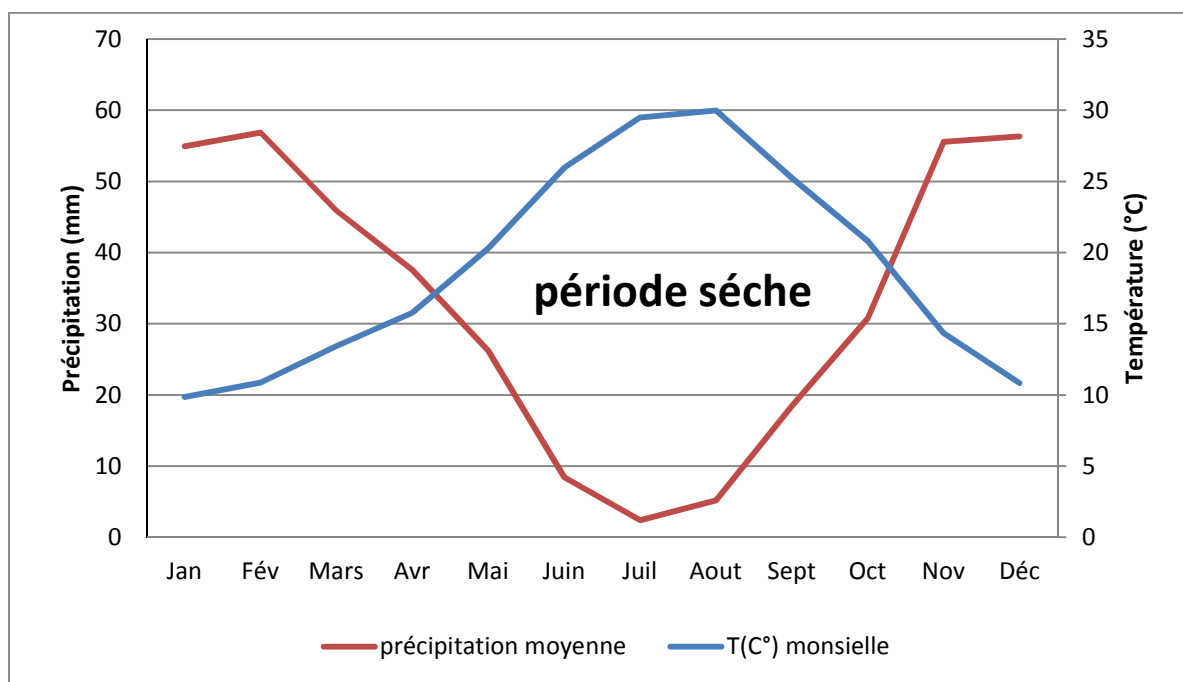
La wilaya de Ain Defla est traversée dans toute sa longueur par le lit majeur du Chélif, ou les sols sont en général légers, meubles et fertiles. On distingue une mosaïque de textures. Huit classes ont été décrites : les sols alluviaux non évolués, Les sols engorgés par l'eau (appelés aussi sols hydromorphes), les sols calciques, sols alluviaux évolués, les sols colluviaux, les sols alluviaux des affluents mineurs, les sols très évolués (qui sont divisés en Sols partiellement décalcifiés et Sols décalcifiés lessivés) et les Mélange de sols.

**I.7.Le diagramme Ombrothermique.**

Selon la définition de F. Bagnouls et H. Gaussen (1953) basé sur le comportement de la végétation aux mois où le total de la précipitation est égal ou inférieur au double de la température moyenne soit  $P \text{ mm} \leq 2 T^{\circ}\text{C}$ , comme le montre le diagramme Ombrothermique de la wilaya de Ain Defla d'une série des données des précipitations et des températures avec une échelle de  $P=2T$ , en mettant en abscisse les mois et en ordonné les valeurs moyenne mensuelles des températures et des pluies.

Où T: Température moyenne mensuelle en °C ou  $T = (T_{\text{max}} + T_{\text{min}}) / 2$

P: Précipitation moyenne mensuelle en mm.



**FigureN°16 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen**

D'après les résultats Donc, une longue période de sécheresse est révélée, elle s'étale sur six mois sont secs, allant de début de Juin à la fin de octobre.

### I.8.Indice d'aridité de Martonne

C'est le degré de sécheresse du climat de la région. Cet indice permet de préciser le degré de sécheresse de la région. Il est calculé par la formule suivante :

$$IA = P / T + 10 \quad (9)$$

Avec:

IA: Indice climatique de Martonne.

P: Précipitation moyenne annuelle (mm).

T: Température moyenne annuelle (°C).

**Tableau N°12:** Indices de Martonne

Paramètres	P moy (mm)	T moy (°C)	Indice climatique de Martonne
Barrage Harreza	348.5	18.61	12.18

**Tableau N° 13:** Les limites de climat d'après l'indice de Martonne

Valeurs d IA	Type de climat
IA ≤ 5	Désertique
5 < IA ≤ 10	Très sec
10 < IA ≤ 20	Sec
20 < IA ≤ 30	Relativement humide
IA > 30	Humide

Source (Rata et Krelouf, 2013)

Après les calculs et la classification de l'indice d'aridité ci-dessus, les caractéristiques de la région Ain Defla est soumise à un régime de climat relativement Sec dans la station.

### I.9.Climagramme d'emberger

La technique est fondée sur un diagramme dressé par EMBERGER en 1955 a proposé une formule combinant :

$$QE = (100 \times P) / ((M + m) \times (M - m) / 2) \quad (10)$$

Ce climagramme permet, grâce au quotient pluviométrique d'Emberger (Q2) spécifique au climat méditerranéen, de situer une zone d'étude dans un étage bioclimatique.

Nous avons utilisé la formule d'Emberger modifiée par Stewart (1969) adapté pour l'Algérie, qui se présente comme suit:

$$Q2 = 3.43 P / (M - m) \quad (11)$$

Avec :

Q2: Quotient pluviométrique d'Emberger.

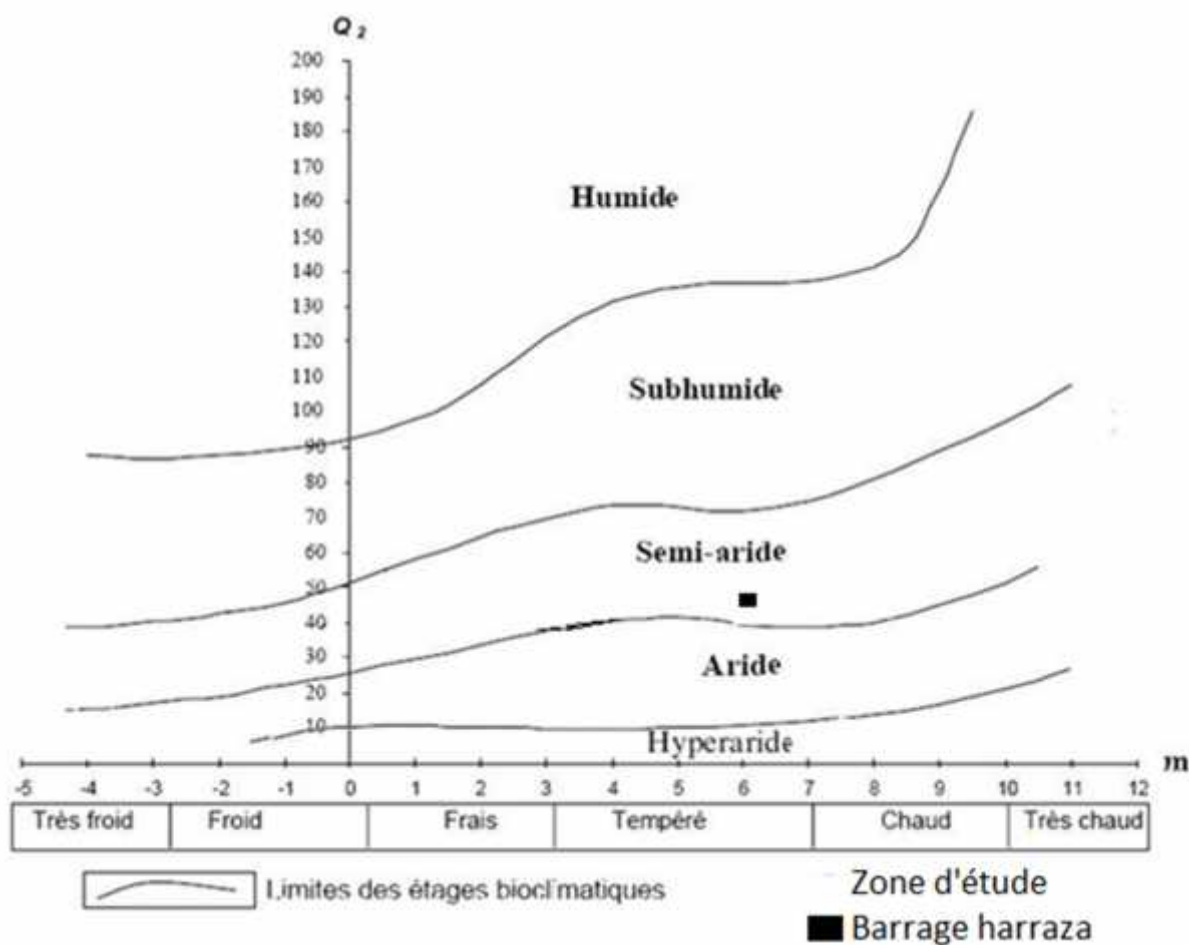
P : moyenne annuelle des précipitations (mm).

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en °K.

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid en °K.

**Tableau N°14:** Quotient pluviométrique d'emberger

Paramètres	T (°C) Max	T (°K) Max	T (°C) Min	T (°K) Min	P (mm)	Q2
Barrage Harreza	34.3	307.3	6.3	279.3	348.5	<b>42.7</b>



**FigureN°17:** Localisation de Ain Defla sur le climagramme d'Emberger.

Les valeurs d'estimations du quotient pluviométrique ( $Q_2=42.7$ ) pour les moyennes annuelles des précipitations de la station de barrage Harreza ANRH sur le climagramme d'emberger nous ont permis de situer notre région dans l'étage bioclimatique semi-aride à hivers tempéré.

## **Chapitre II**

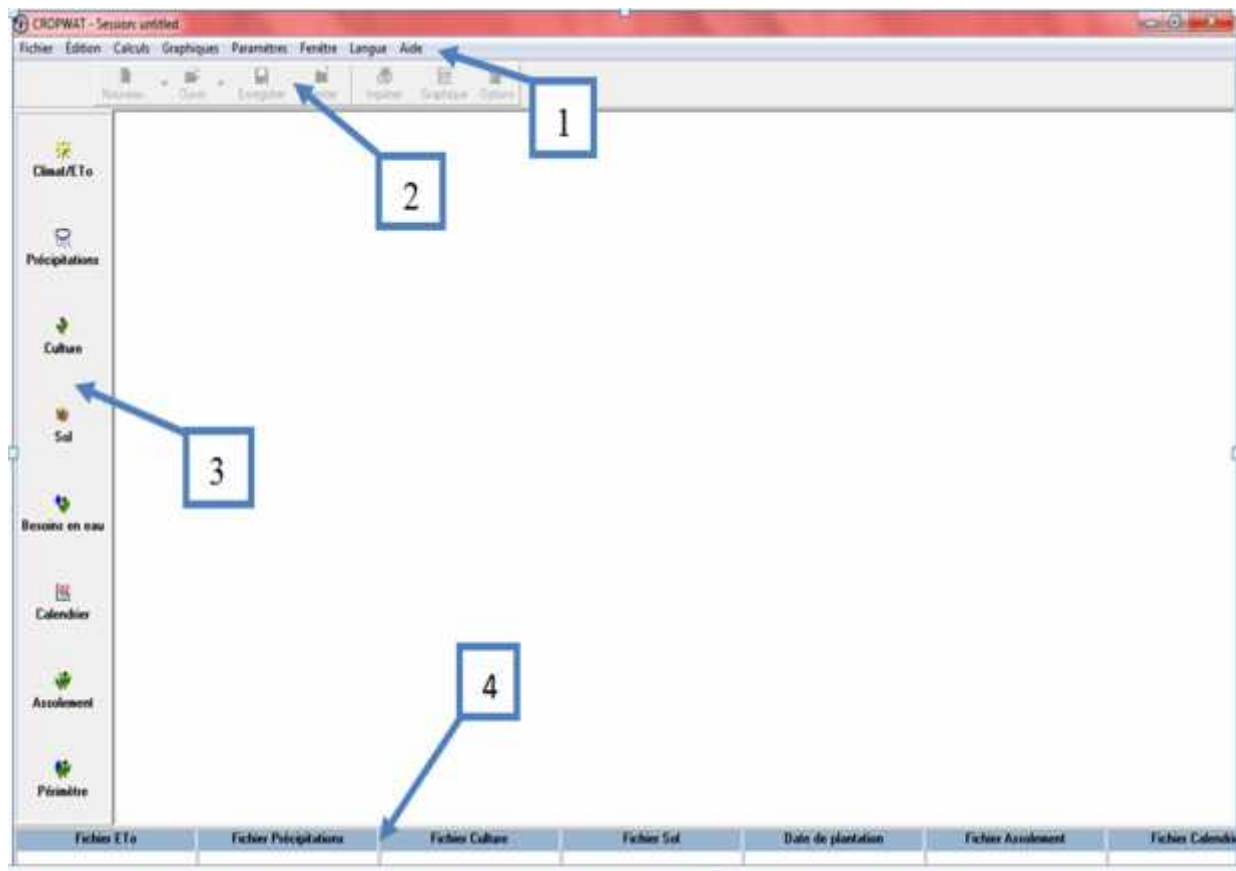
### **Présentation du logiciel Cropwat 8.0**



## 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. Description du logiciel



**Figure N°10:** Fenêtre principale du logiciel Cropwat.

Légende

1. Une barre de menu principal,
2. Une barre d'icônes située sous la barre de menu principal,
3. Une barre de raccourcis,
4. Une barre de résumé qui indique les noms des fichiers de données sélectionnés.

## II.3. Structure du logiciel

Le programme Cropwat est organisé en 8 modules différents, dont 5 sont des modules d'entrée et 3 sont des modules de calculs. Ces modules sont accessibles par le menu principal mais plus aisément par la barre «Modules» qui est visible en permanence sur le côté gauche de

la fenêtre principale. Ceci permet à l'utilisateur de combiner aisément des données climatiques, culturales et pédologiques pour le calcul des besoins en eau des cultures, des calendriers d'irrigation et d'approvisionnement du périmètre.

### **II.3.1. Les modules d'entrée de données de Cropwat**

- Climat et ETo: pour l'entrée des données ETo mesurées ou des données climatiques qui permettent le calcul de ETo Penman-Monteith.
- Précipitations: pour l'entrée de données précipitations et le calcul des précipitations efficaces.
- Culture (hors riz ou riz): pour l'entrée de données culturales et des dates de plantation.
- Sol: pour l'entrée des données sol (seulement nécessaire pour le calendrier d'irrigation).
- Assolement: pour l'entrée de données assolement pour les calculs d'approvisionnement du périmètre.

### **II.3.2. Les modules de calcul de Cropwat**

- Besoins en eau: pour calculer le besoins en eau des cultures.
- Calendrier (culture hors riz ou riz): pour le calcul des calendriers d'irrigation.
- Périmètre: pour le calcul de l'approvisionnement du périmètre basé sur un assolement spécifique.

## **II.4. Les différents modules et les paramètres qui leur sont associés**

### **1. Les données climatiques**

Les données climatiques rentrées dans Cropwat, permettent au logiciel de calculer l'évapotranspiration potentielle. Pour cela, le programme utilise la formule de Penman-Monteith. Cette formule prend en compte la pression de vapeur, les radiations solaires nettes, la température, la vitesse du vent....

Mois	Temp Min °C	Temp Max °C	Humidité %	Vent km/jour	Insolation heures	Ray. MJ/m <sup>2</sup> /jour	ETo mm/jour
Janvier	6.6	12.5	59	74	4.8	8.7	1.16
Février	6.3	13.5	55	100	6.2	12.1	1.72
Mars	10.9	15.8	51	88	6.8	15.7	2.45
Avril	12.5	18.4	50	84	7.6	19.3	3.22
Mai	16.5	23.0	48	102	9.3	23.3	4.35
Juin	21.4	29.5	47	65	9.9	24.7	4.94
Juillet	21.2	34.3	46	66	11.0	25.9	5.49
Août	24.4	33.8	49	67	10.2	23.4	5.19
Septembre	18.2	29.5	55	66	8.2	18.3	3.73
Octobre	17.7	26.8	57	67	6.9	13.6	2.71
Novembre	10.8	17.7	56	79	5.8	10.0	1.69
Décembre	8.6	13.9	59	88	4.9	8.1	1.24
<b>Moyenne</b>	<b>14.6</b>	<b>22.4</b>	<b>53</b>	<b>79</b>	<b>7.6</b>	<b>16.9</b>	<b>3.16</b>

Figure N°11 : calcul de l'ET<sub>0</sub>.

## 2. Les données pluviométriques

Cropwat utilise les données pluviométriques pour calculer les précipitations efficaces. Les précipitations efficaces sont la fraction des précipitations qui contribuent à la satisfaction des besoins en eau des cultures.

Cropwat offre la possibilité d'utiliser plusieurs méthodes pour calculer les précipitations efficaces:

- Pourcentage fixé de précipitations.
- Précipitations probables.
- Équation empirique.
- Méthode Service USDA Conservation des sols.
- Précipitations non considérées pour les calculs d'irrigation (Précipitations efficaces = 0)

Précipitations par mois - C:\ProgramData\CROPWAT\data\rain\PLUIE AN.CRM

Station  Méthode Précipitations eff.

	Pluie	Pluie eff.
	mm	mm
Janvier	46.6	43.1
Février	49.1	45.2
Mars	40.2	37.6
Avril	32.8	31.1
Mai	23.5	22.6
Juin	9.1	9.0
Juillet	2.8	2.8
Août	6.3	6.2
Septembre	19.3	18.7
Octobre	27.3	26.1
Novembre	44.0	40.9
Décembre	47.5	43.9
<b>Total</b>	<b>348.5</b>	<b>327.3</b>

FigureN°12 : calcul des pluies efficaces.

### 3. Les données sur les types de culture

Les données concernant laculture nécessaire pour les calculs des besoins en eau des cultureset le calendrier d'irrigation sont :

- Nom de la culture, sa date de plantation.
- Valeurs de de  $K_c$  : c'est à dire les trois valeurs caractéristiques de la courbes 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.
- Profondeur d'enracinement: ce paramètre permet de calculer la réserve utilisable par la plante (RU).
- Epuisement maximum (fraction) : ce paramètre permet de déterminer la fraction de la réserve utilisable qui est facilement utilisable par la plante.
- 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.

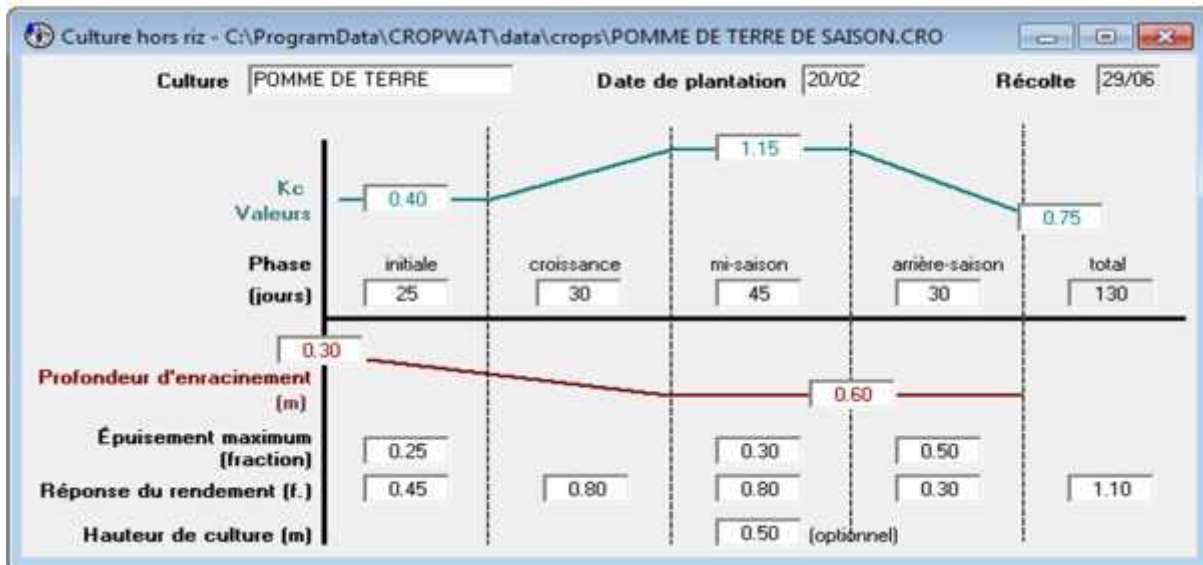


Figure N°13: Les données de la culture de pomme de terre.

#### 4. Les données liées au sol

Les données concernant le sol nécessaires pour calculer le calendrier d'irrigation sont :

- Le nom du sol.
- L'eau disponible totale: c'est-à-dire la teneur en eau entre la capacité au champ et le point de flétrissement exprimé en mm/mètre de sol.
- Le taux d'infiltration maximum de l'eau de pluie.
- La profondeur maximum d'enracinement : C'est-à-dire la profondeur où se trouve un horizon de sol imperméable ou la roche mère.
- L'épuisement de la teneur en eau initiale (en % de RU) : indique la sécheresse du sol au départ de la saison de développement qui correspond au semis pour les cultures hors riz.
- L'eau disponible initiale : est automatiquement calculée en fonction du % d'épuisement de RU.

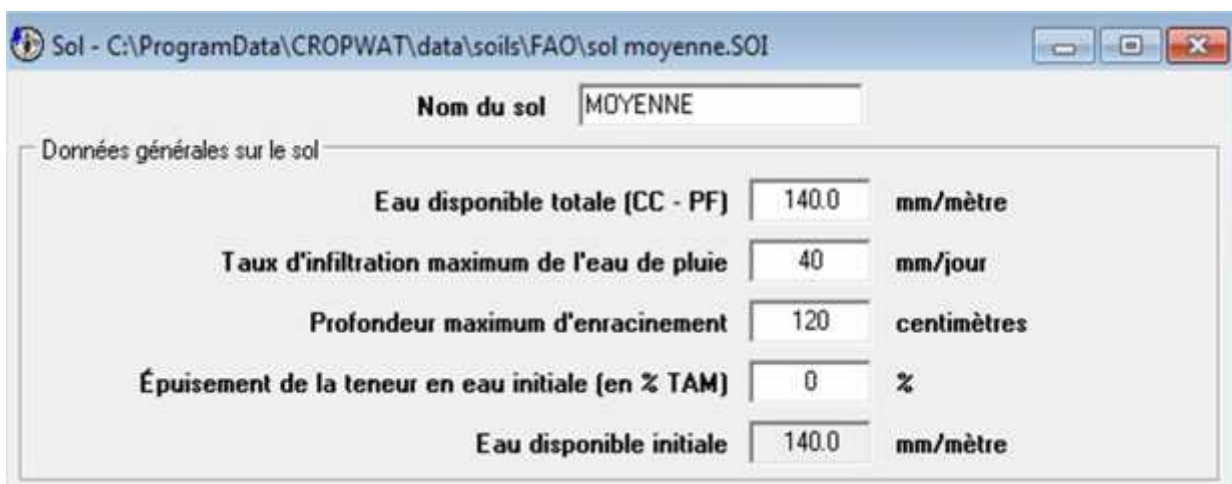


Figure N° 14: les données liées au sol.

## 5. Affichage des résultats

### 1. Table climatique

Cette table rassemble toutes les données climatiques que nous avons rentrées précédemment, plus les valeurs de la radiation solaire, ETo et la pluie efficace qui ont été calculées par le logiciel.

### 2. Table des besoins en eaux des cultures

Cette table regroupe toutes les données suivantes :

- Le mois : contient le nom du mois.
- La décade : la période de dix jours composant le mois.
- La phase : contient le stade de développement de la culture.
- Le Kc : la valeur de coefficient cultural propre à la culture pour un stade de développement donné.
- ETc [mm/jour] : la valeur de l'ETP pondérée par la valeur de Kc.
- ETc [mm/déc] : la valeur de ETc exprimé en mm/décade (période de dix jours).
- La pluie efficace [mm/déc] : la pluie qui contribue réellement à la recharge du stock en eau du sol.
- Les besoins en irrigation [mm/dec] : la quantité d'eau à apporter par décade pour compenser le déficit du stock en eau du sol.

Mois	Décade	Phase	Kc coeff	ETc mm/jour	ETc mm/dec	Pluie eff. mm/dec	Bes. Irr. mm/dec
Fév	2	Init	0.40	0.69	0.7	1.5	0.7
Fév	3	Init	0.40	0.78	6.3	14.5	0.0
Mar	1	Init	0.40	0.88	8.8	13.4	0.0
Mar	2	Crois	0.42	1.03	10.3	12.5	0.0
Mar	3	Crois	0.63	1.69	18.6	11.8	6.8
Avr	1	Crois	0.86	2.55	25.5	11.1	14.4
Avr	2	Mi-sais	1.05	3.39	33.9	10.4	23.5
Avr	3	Mi-sais	1.08	3.87	38.7	9.5	29.3
Mai	1	Mi-sais	1.08	4.28	42.8	8.6	34.2
Mai	2	Mi-sais	1.08	4.68	46.8	7.7	39.1
Mai	3	Arr-sais	1.08	4.89	53.8	6.2	47.7
Jui	1	Arr-sais	0.99	4.70	47.0	4.3	42.7
Jui	2	Arr-sais	0.86	4.25	42.5	2.7	39.8
Jui	3	Arr-sais	0.73	3.76	33.9	1.9	31.8
					<b>409.7</b>	<b>116.2</b>	<b>309.9</b>

Figure N° 15: calcul des besoins en eau de la pomme de terre.

### 3. Calendrier d'irrigation

Cette table rassemble les informations suivantes :

- Station météo utilisée pour l'ETo et la pluviométrie.
- Le nom de la culture et de sol.

- La date de plantation et de récolte.
- La dose d'irrigation et la fréquence d'arrosage.
- La table de calendrier d'irrigation ou bilan hydrique.

Date	Jour	Phase	Pluie	Ks	Etr	Épuis.	Irr. Net.	Déficit	Perte	Irr. Brut.	Débit
			mm	fract.	%	%	mm	mm	mm	mm	l/s/ha
10 Avr	50	Croiss.	0.0	1.00	100	30	23.9	0.0	0.0	34.2	0.08
21 Avr	61	Mi-sais.	0.0	1.00	100	32	26.8	0.0	0.0	38.3	0.40
30 Avr	70	Mi-sais.	0.0	1.00	100	31	26.0	0.0	0.0	37.2	0.48
8 Mai	78	Mi-sais.	0.0	1.00	100	30	25.2	0.0	0.0	36.0	0.52
15 Mai	85	Mi-sais.	0.0	1.00	100	33	28.0	0.0	0.0	39.9	0.66
22 Mai	92	Mi-sais.	0.0	1.00	100	35	29.2	0.0	0.0	41.7	0.69
28 Mai	98	Mi-sais.	0.0	1.00	100	31	26.2	0.0	0.0	37.4	0.72
4 Jui	105	Fin	0.0	1.00	100	37	31.3	0.0	0.0	44.7	0.74
12 Jui	113	Fin	0.0	1.00	100	41	34.5	0.0	0.0	49.3	0.71
22 Jui	123	Fin	0.0	1.00	100	48	40.2	0.0	0.0	57.4	0.66
29 Jui	Fin	Fin	0.0	1.00	0	26					

Figure N°16 : Calendrier irrigation de la pomme de terre

Totaux					
Irrigation brute totale	416.1	mm	Précipitations totales	121.3	mm
Irrigation nette totale	291.3	mm	Précipitations efficaces	93.1	mm
Pertes totales d'irrigation	0.0	mm	Pertes totales de précipitations	28.1	mm
Utilisation réelle d'eau par culture	406.0	mm	Déficit d'eau à la récolte	21.5	mm
Utilisation potentielle d'eau par culture	406.0	mm	Besoins en eau réels	312.8	mm
Efficiency calendrier d'irrigation	100.0	%	Efficiency des précipitations	76.8	%
Inefficacité calendrier d'irrigation	0.0	%			

Figure N°17 : calcul du bilan hydrique

## II.5. Conclusion

Le Cropwat est un logiciel d'aide à la gestion de l'irrigation, 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. 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.

**TROISIEME PARTIE**  
**RESULTATS ET DISCUSSION**



## Chapitre I : Calcul de l'efficacité d'utilisation de l'eau de la pomme de terre.

### I.1.Introduction

La détermination des besoins en eau de la pomme de terre est une étape obligatoire pour passer au calcul de l'efficacité d'utilisation de l'eau. Ces besoins en eau sont déterminés à l'aide du logiciel Cropwat, qui nécessite l'entrée des données climatiques ces derniers ont été fournis au niveau de la station météorologique de harreza.

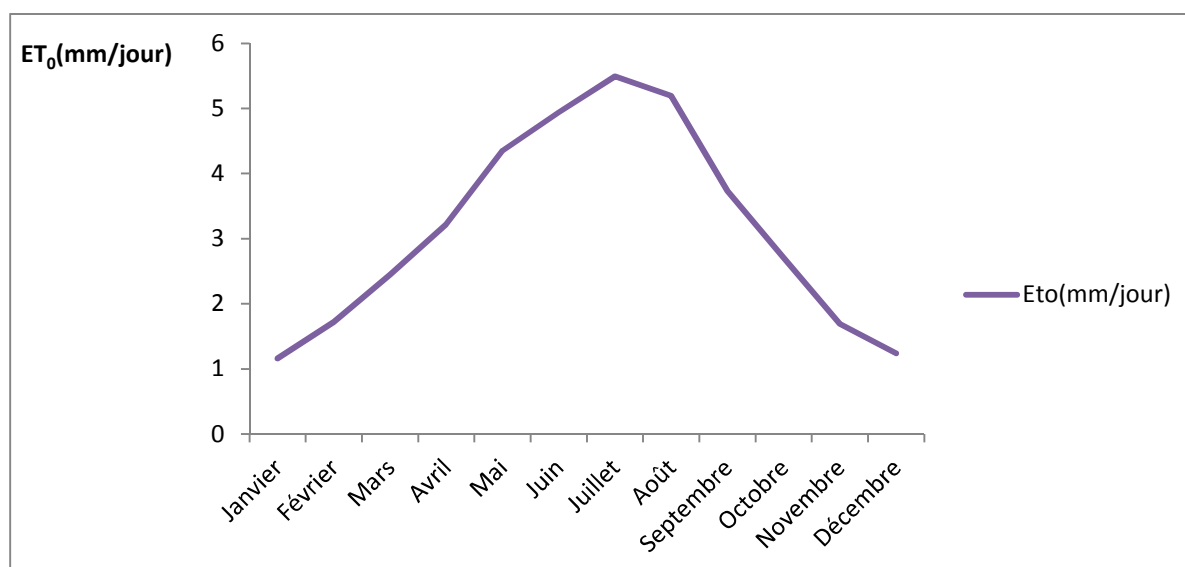
### I.2. Les besoins en eau de la pomme de terre de la wilaya de Ain Defla.

#### I.2.1. Calcul de l'évapotranspiration de référence.

Les résultats de calcul de l'évapotranspiration de référence sont représentés dans le tableau voir l'annexe N°01 :

Cet annexe donne les enregistrements moyens des données suivantes :

- Une température maximale moyenne mensuelle de 22,4°C.
- Une température minimale moyenne mensuelle de 14,6°C.
- Une humidité moyenne mensuelle de 53%.
- Une vitesse de vent moyenne mensuelle de 79 Km/jour.
- Une durée d'insolation moyenne mensuelle de 7.6 heures.
- Une radiation solaire moyenne mensuelle de 16,9 MJ/m<sup>2</sup>/jour.
- Une évapotranspiration moyenne mensuelle de 3.16 mm/j.



FigureN°18 : L'évapotranspiration de référence.

La remarque qu'on peut tirer une progression des variations mensuelles de l'ET<sub>0</sub> jusqu'au mois de juillet 5.49 mm/j. On constate que les ET<sub>0</sub> sont élevées durant les mois juin, juillet, et août.

### I.2.2. Calcul des pluies efficaces ou eau verte

Les pluies efficaces sont la fraction des précipitations qui contribuent à la satisfaction des besoins en des cultures.

Dans cette étape, on a entré les données pluviométriques, telle que le Cropwat calcul automatiquement les pluies efficaces à partir de la formule choisie. Dans notre travail on a utilisé la formule de service USDA conservation des sols.

Les pluies efficace peuvent être calculées par la formule suivante :

$$P_{eff} = P_{mois} \times (125 - 0.2 \times P_{mois}) / 125 \text{ pour } P_{mois} \leq 250 \text{ mm} \quad (12)$$

$$P_{eff} = 125 + 0.1 \times P_{mois} \quad \text{pour } P_{mois} > 250 \text{ mm} \quad (13)$$

**Tableau N°15:** Résultats de calcul des pluies efficaces.

mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)
Janvier	46.6	43.1
Février	49.1	45.2
Mars	40.2	37.6
Avril	32.8	31.1
Mai	23.5	22.6
Juin	9.1	9.0
Juillet	2.8	2.8
Août	6.3	6.2
Septembre	19.3	18.7
Octobre	27.3	26.1
Novembre	44.0	40.9
Décembre	47.5	43.9
<b>Total</b>	<b>348.5</b>	<b>327.3</b>

D'autre part nous avons comme résultats d'une pluie efficace équivalente de 327.3 mm/an pour une pluie totale annuelle de 348.5 mm, ce qui nous a permis d'évaluer les pertes (évapotranspiration, ruissellement...) par simple différence entre la pluie brute et la pluie efficace. Donc les pertes d'eau sont égales à 21.2 mm soit un pourcentage de 6.08 %.

### I.2.3. Données de la culture

Après les calculs de l'ET<sub>0</sub> et précipitations efficaces, l'entrée des données de la culture tel-quel nom de la culture, sa date de plantation, valeurs de de Kc, phase (jours), profondeur d'enracinement,épuisement maximum, réponse en rendement et la hauteur de culture.

Selon les agriculteurs, la pomme de terre de saison dans cette zone peut être mise en place entre janvier et février, la récolte est faite entre le mois de mai et le mois de juillet. Concernant nos calculs, nous avons choisi :

- La date de plantation : le 20 février.
- La date de récolte : le 29 juin (elle est donnée automatiquement par le Cropwat).

La pomme de terre d'arrière-saison dans cette zone peut être mise en place entre août et septembre, la récolte est faite entre le mois de décembre et le mois de janvier. Concernant nos calculs, nous avons choisi :

- La date de plantation : le 25 août.
- La date de récolte : le 01 janvier (elle est donnée automatiquement par le Cropwat).

La figure des données de la culture de la pomme de terre sont suivent :

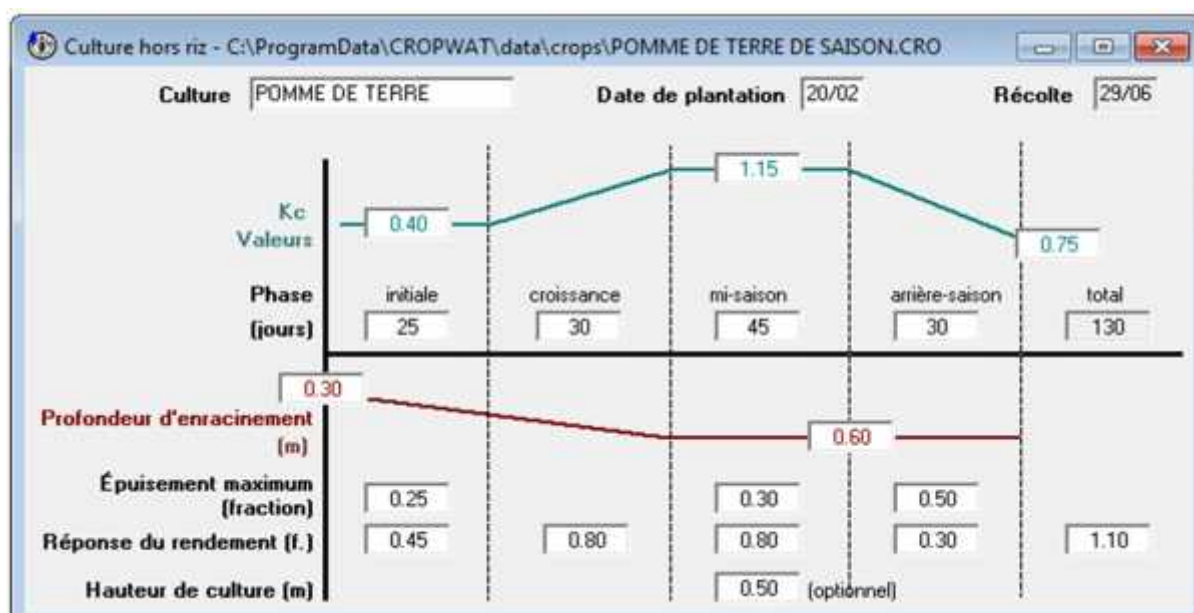


Figure N°19 : Données de la culture de la pomme de terre.

#### I.2.4. Calcul des besoins en eau de culture

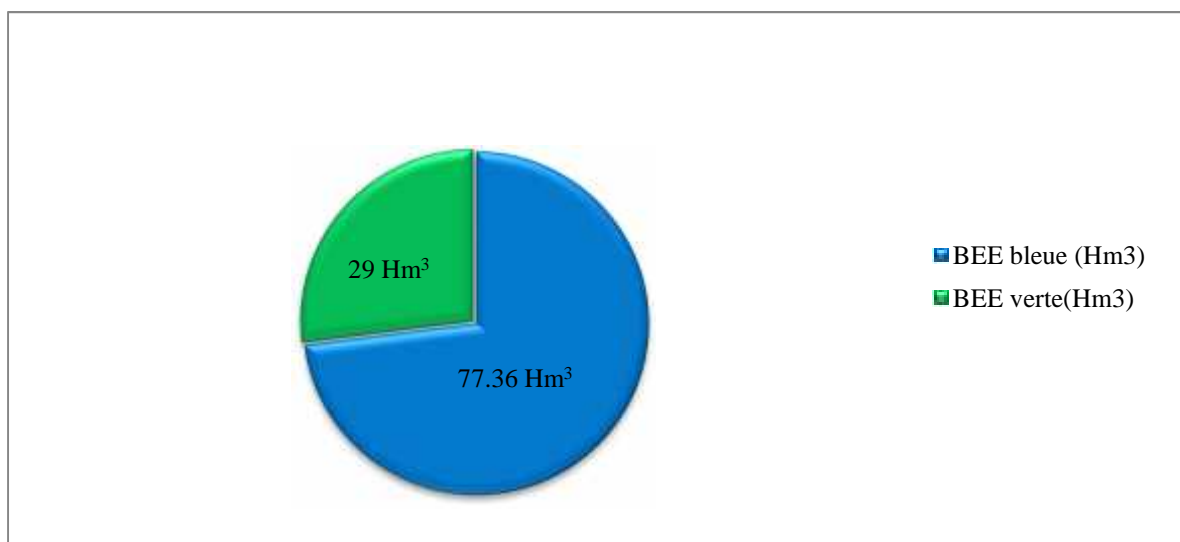
Les résultats de calcul des besoins en eau de culture et les besoin en eau d'irrigation de la pomme de terre de saison et d'arrière-saison sont représentés dans les tableaux et les graphes.

##### I.2.4.1. Les besoins en eau d'irrigation de la pomme de terre de saison dans la wilaya de Ain Defla.

**Tableau N°16:** les besoins en eau d'irrigation de la pomme de terre saison(eau bleue).

Mois	Décade	Phase	Kc coeff	ETc (mm/jour)	ETc (mm/dec)	Pluie eff (mm/dec)	Bes. Irr (mm/dec)
Fév	2	Init	0.40	0.69	0.7	1.5	0.7
Fév	3	Init	0.40	0.78	6.3	14.5	0.0
Mar	1	Init	0.40	0.88	8.8	13.4	0.0
Mar	2	Crois	0.42	1.03	10.3	12.5	0.0
Mar	3	Crois	0.63	1.69	18.6	11.8	6.8
Avr	1	Crois	0.86	2.55	25.5	11.1	14.4
Avr	2	Mi-sais	1.05	3.39	33.9	10.4	23.5
Avr	3	Mi-sais	1.08	3.87	38.7	9.5	29.3
Mai	1	Mi-sais	1.08	4.28	42.8	8.6	34.2
Mai	2	Mi-sais	1.08	4.68	46.8	7.7	39.1
Mai	3	Arr-sais	1.08	4.89	53.8	6.2	47.7
Jui	1	Arr-sais	0.99	4.70	47.0	4.3	42.7
Jui	2	Arr-sais	0.86	4.25	42.5	2.7	39.8
Jui	3	Arr-sais	0.73	3.76	33.9	1.9	31.8
<b>total</b>					<b>409.7</b>	<b>116.2</b>	<b>309.9</b>

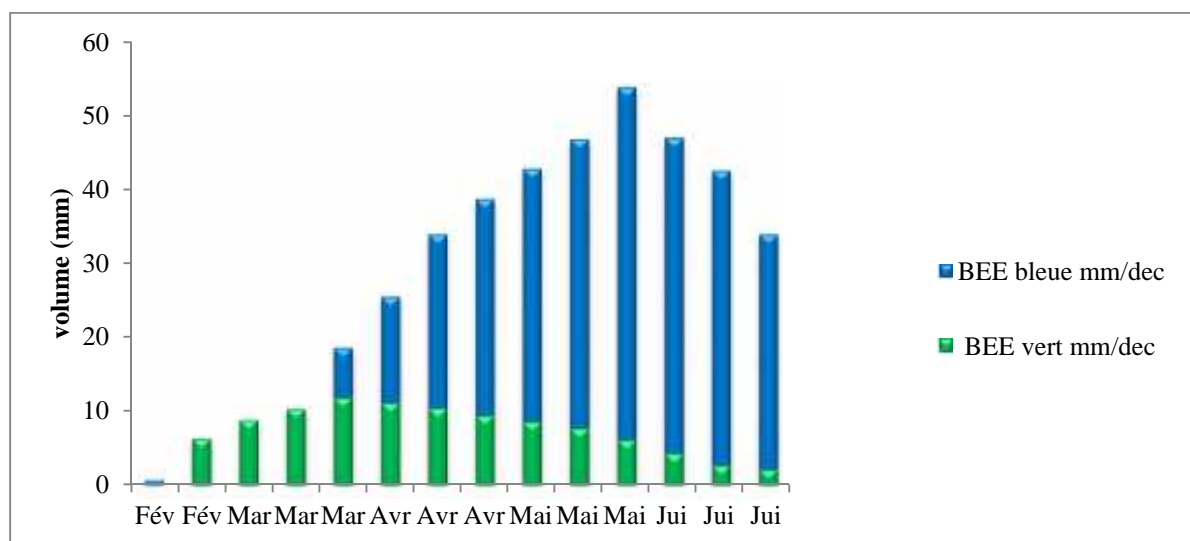
Pendant la saison, sur une superficie de 24962.08ha, l'eau bleue de la pomme de terre de la wilaya de AinDeflaest de 77.36 Hm<sup>3</sup>, ce volume est relativement élevé par rapport à la part de l'eau verte qui ne représente que 29Hm<sup>3</sup>soit 27% des besoins totaux en eau de la culture (eau verte) et 73% sont comblés par l'irrigation (eau bleue).



**Figure N°20 :** Besoin en eau bleue et verte de la pomme de terre de saison de la wilaya de AinDefla.

La figure N°20 montre que 73 % de l'eau bleue de la pomme de terre de saison, elle est plus élevée que celle de l'eau verte qui est de l'ordre de 27 %. Cette grande différence entre la

part de l'eau bleue et celle de l'eau verte au niveau de la wilayade AinDefla ne peut être expliquée que par sa faible pluviométrie.



**Figure N°21:** Les besoins en eau bleue et l'eau verte de la pomme de terre de saison de chaque décade.

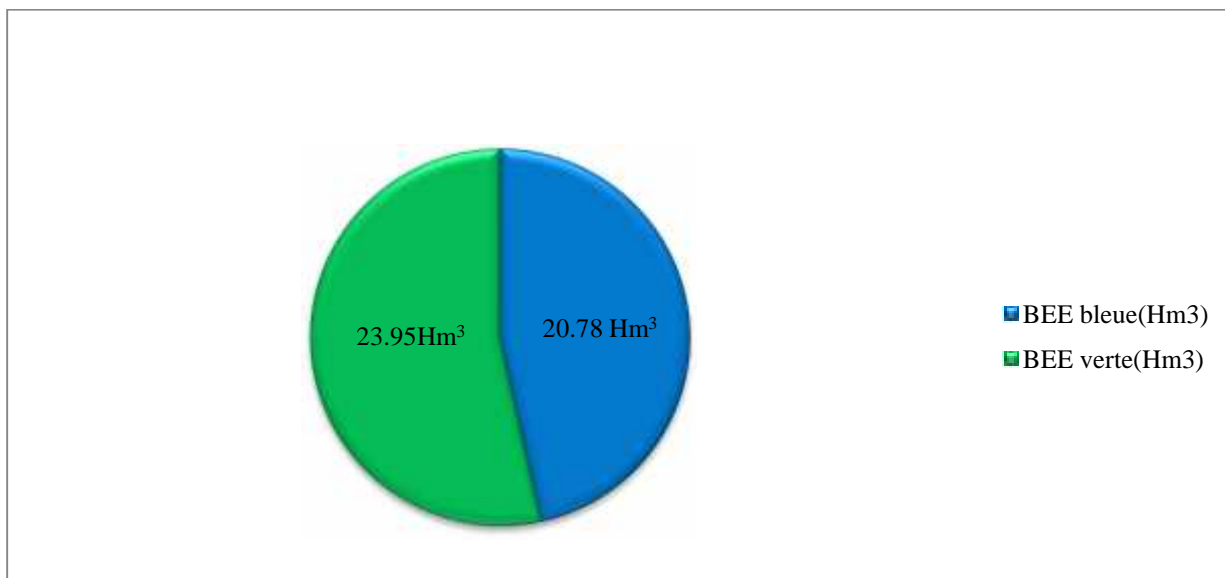
La culture de la pomme de terre est caractérisée par une consommation en eau très importante, elle est maximale durant la période de tubérisation.

#### I.2.4.2. Les besoins en eau d'irrigation de la pomme de terre d'arrière-saison dans la wilaya de Ain Defla.

**Tableau N°17:** Les besoins en eau d'irrigation de la pomme de terre d'arrière-saison (eau bleue).

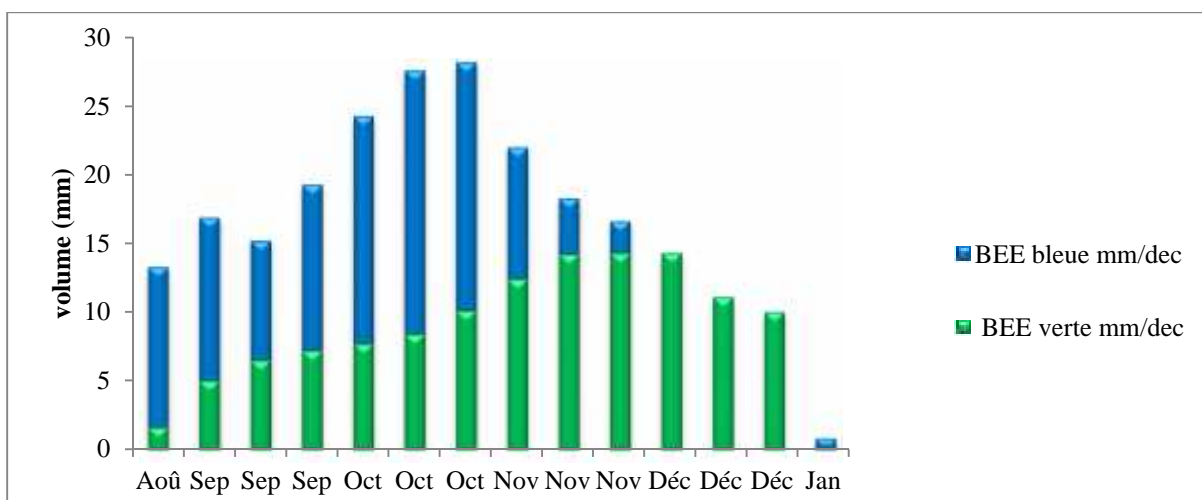
Mois	Décade	Phase	Kc coeff	ETc mm/jour	ETc mm/dec	Pluie eff mm/dec	Bes. Irr mm/dec
Aoû	3	Init	0.40	1.91	13.3	2.0	11.7
Sep	1	Init	0.40	1.69	16.9	5.0	11.9
Sep	2	Crois	0.41	1.52	15.2	6.4	8.7
Sep	3	Crois	0.57	1.93	19.3	7.2	12.1
Oct	1	Crois	0.80	2.43	24.3	7.7	16.6
Oct	2	Mi-sais	1.02	2.76	27.6	8.4	19.2
Oct	3	Mi-sais	1.08	2.56	28.2	10.1	18.1
Nov	1	Mi-sais	1.08	2.20	22.0	12.3	9.6
Nov	2	Mi-sais	1.08	1.83	18.3	14.1	4.1
Nov	3	Mi-sais	1.08	1.66	16.6	14.3	2.3
Déc	1	Arr-sais	1.03	1.43	14.3	14.4	0.0
Déc	2	Arr-sais	0.90	1.11	11.1	14.8	0.0
Déc	3	Arr-sais	0.75	0.91	10.0	14.6	0.0
Jan	1	Arr-sais	0.67	0.79	0.8	1.4	0.8
<b>total</b>					<b>237.9</b>	<b>132.9</b>	<b>115.3</b>

Comme le montre le tableau, les besoins en eau bleue est de 115.3 mm, connaissant la superficie productrice de la culture d'arrière saison de la wilaya de AinDefla qui est de 18022.23ha, le volume d'eau bleue nécessaire pour l'arrière saison devient 20.78Hm<sup>3</sup> et le volume de pluie efficace qui représente 23.95Hm<sup>3</sup> c'est-à-dire 53.5% des besoins totaux en eau de la culture et 46.5% sont comblés par l'irrigation.



**Figure N°22 :** Besoin en eau bleue et verte de la pomme de terre de l'arrière saison à AinDefla.

La figure N°22 indique que la grande partie de l'eau est satisfaite par l'eau verte qui est de l'ordre de 53.5 %, les besoins en eau verte sont élevés comparés à ceux de l'eau bleue, car cette période coïncide avec les pluies d'automne.



**Figure N°23 :** Les besoins en eau bleue et l'eau verte de la pomme de terre arrière-saison de chaque décade.

Les quantités d'eau consommées varient au cours de la végétation, elles sont faibles au début, très élevées au moment de la tubérisation et diminuent à la fin de cycle.

#### **I.2.4.3. Les Besoins totaux en eau d'irrigation de la pomme de terre de la wilaya de AinDefla.**

Pour le calcul des besoins annuels en eau d'irrigation de pomme de terre de la wilaya de AinDefla, il suffit de faire la somme des besoins de la saison et de l'arrière saison, le tableau récapitule ces résultats.

**Tableau N°18** : Les besoins annuels en eau de la pomme de terre dans le wilaya de AinDefla.

la culture	BEE bleue(m <sup>3</sup> /ha)	BEC (m <sup>3</sup> /ha)	Superficié (ha)	BEE bleuetotale(Hm <sup>3</sup> )	BEC totale (Hm <sup>3</sup> )
saison	3099	4097	24 962,08	77.36	102.27
Arrière saison	1153	2379	18 022.23	20.78	42.87
Moy annuelle	2126	3238	42984.31	98.14	145.14

D'après le tableau les besoins en eau totaux de la pomme de terre de saison est de 102.27Hm<sup>3</sup> et l'eau bleue totale est de 77.36Hm<sup>3</sup>.

Les besoins en eau totaux de la pomme de terre qu'on a à prendre la culture d'arrière-saison est de 42.87Hm<sup>3</sup> et l'eau bleue totale est de 20.78Hm<sup>3</sup>.

Les besoins en eau bleue de la culture de saison représente 15.76% de volume total des barrages que la capacité cumulée de ces barrages est de 491 Hm<sup>3</sup>, la culture d'arrière-saison représente 4.23% de volume de ces barrages et pour les besoins en eau bleue annuelle de la pomme de terre est représenté 20%.

#### **I.2.5. Calendrier d'irrigation**

L'irrigation a pour but de fournir à la plante un apport en eau suffisant, au moment où elle en a besoin, mais cette quantité d'eau apportée sous le nom d'eau bleue doit être donnée à la plante dans des périodes et doses bien précises afin de gérer les ressources en eau disponible, on parlera alors d'une programmation des doses, dates et débits d'irrigation par l'établissement d'un calendrier d'irrigation.

L'établissement d'un calendrier d'irrigation se fait à l'aide du Cropwat, en tenant compte de plusieurs facteurs tels que les données climatiques de la station, les types du sol et les dates de plantation, les coefficients cultureux durant les différentes phases de croissance de la culture.

### I.2.5.1. Données sur le sol

Vu la diversité des différents types de sols de la wilaya de Ain Defla. Il en ressort que la plupart des sols sont du type diversifié, pour cela, nous avons opté dans le cas de notre étude pour un sol moyen ayant les caractéristiques suivantes :

**Tableau N°19:** Données sur les caractéristiques du sol de la culture de saison et d'arrière-saison.

Nom du sol: moyenne	
Eau disponible totale (CC - PF)	140.0 mm/mètre
Taux d'infiltration maximum de l'eau	40 mm/jour
Profondeur maximum d'enracinement	120 centimètres
Épuisement de la teneur en eau initiale	Saison : 0 %
	Arrière-saison : 100 %
Eau disponible initiale	Saison : 140.0 mm/mètre
	Arrière-saison : 0 mm/mètre

### I.2.5.2. Pilotage des irrigations

C'est une opération qui consiste à sélectionner des critères de pilotage à savoir la fréquence d'arrosage, la dose d'irrigation.

Dans notre travail, nous avons fixé les critères de la conduite d'irrigation comme suit :

- Fréquence d'arrosage : Irriguer quand la RFU est épuisée à 100%.
- Dose d'irrigation : Remplir le sol à 100% de la capacité au champ.

### I.2.5.3. Calendrier d'irrigation et bilan hydrique global de la pomme de terre de saison.

Le calendrier d'irrigation réalisé par le Cropwat après traitement des données et calcul des besoins en eau, le tableau illustre dans l'annexe N°02.



D'après le calendrier d'irrigation, on constate qu'il faut dix (10) irrigations durant tout le cycle de développement de la pomme de terre de saison. la première irrigation programmée à le 10 avril c'est-à-dire 50 jours après la mise en place de la culture, cette date programmée par le Cropwat correspond à la phase de croissance où l'ETr est de 100 % avec un pourcentage d'épuisement de 30%, l'irrigation brute pour cette date est de 34.2 mm apportée avec un débit fictif continu de 0.08l/s/ha.

La figure N°24 représente le bilan d'eau qui est mis à la disposition de la culture par le Cropwat et qui englobe les différentes entrées et sorties du système hydrique pour exprimer clairement les besoins de la culture.

Totaux					
Irrigation brute totale	416.1	mm	Précipitations totales	121.3	mm
Irrigation nette totale	291.3	mm	Précipitations efficaces	93.1	mm
Pertes totales d'irrigation	0.0	mm	Pertes totales de précipitations	28.1	mm
Utilisation réelle d'eau par culture	406.0	mm	Déficit d'eau à la récolte	21.5	mm
Utilisation potentielle d'eau par culture	406.0	mm	Besoins en eau réels	312.8	mm
Efficiencce calendrier d'irrigation	100.0	%	Efficiencce des précipitations	76.8	%
Inefficacité calendrier d'irrigation	0.0	%			

Figure N°24: Bilan hydrique global de la pomme de terre de saison.

#### 1.2.5.4. Calendrier d'irrigation et bilan hydrique global de la pomme de terre d'arrière-saison.

D'après le calendrier d'irrigation de la pomme de terre d'arrière-saison (voir l'annexe N° 03). On constate qu'il faut huit (08) dates d'irrigation ont été programmées dont la première est le 25 août c'est-à-dire le premier jour de la mise en place de la culture, cette date programmée par le Cropwat correspond à la phase initiale où l'ETr est de 0 % avec un pourcentage d'épuisement de 100%, l'irrigation brute pour cette date est de 61.1 mm apportée avec un débit fictif continu de 7.07l/s/ha.

La première irrigation pour la culture de saison est programmée 50 jours après la mise en place de la culture tandis que celle de l'arrière-saison est programmée le premier jour, car la culture de saison est mis en place durant une période où le sol est humide donc la plante consomme l'eau de pluie et elle n'a pas besoin de l'eau bleue.

La figure N°25 représente le bilan d'eau qui est mis en disposition par le Cropwat.

Totaux			
Irrigation brute totale	252.1 mm	Précipitations totales	139.6 mm
Irrigation nette totale	176.5 mm	Précipitations efficaces	138.2 mm
Pertes totales d'irrigation	0.0 mm	Pertes totales de précipitations	1.4 mm
Utilisation réelle d'eau par culture	235.2 mm	Déficit d'eau à la récolte	4.5 mm
Utilisation potentielle d'eau par culture	237.1 mm	Besoins en eau réels	99.0 mm
Efficienc e calendrier d'irrigation	100.0 %	Efficienc e des précipitations	99.0 %
Inefficacit e calendrier d'irrigation	0.8 %		

Figure N°25 : Bilan hydrique global de la pomme de terre d'arrière-saison.

### I.3.L'efficience d'utilisation de l'eau de la pomme de terre dans la wilaya Ain Defla.

#### I.3.1.Évolution de la superficie consacrée à la pomme de terre dans la wilaya de Ain Defla.

Le suivi de révolution de la superficie consacrée à la pomme de terre au niveau de la wilaya de Ain Defla est basé sur les données obtenues pendant une série d'années qui s'étale de 2001 jusqu'à 2014. (Voir l'annexe N° 04)

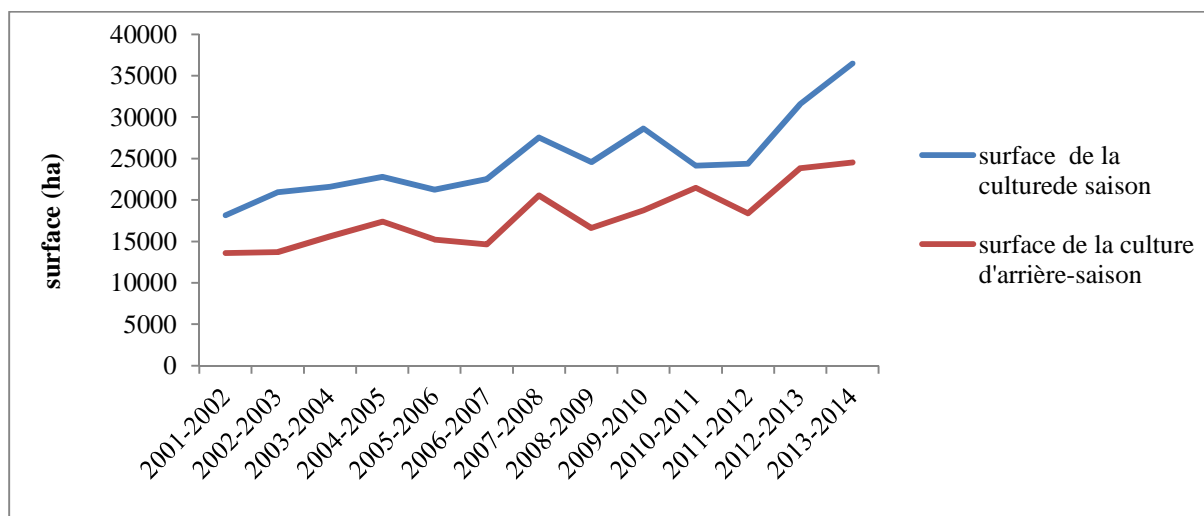
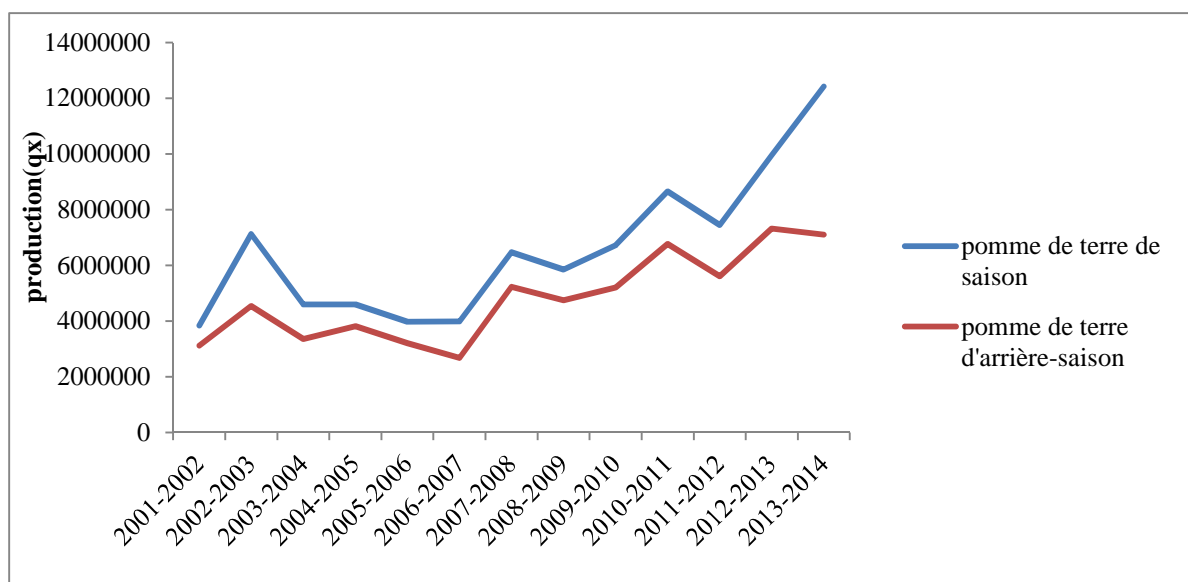


Figure N°26: Evolution de la superficie de pomme de terre durant la période (2001-2014).

La première remarque qu'on peut tirer est une progression de la surface de la culture de pomme de terre de saison et d'arrière-saison pendant la période (2001-2014).

**I.3.2. L'évolution de la production de la pomme de terre dans la wilaya de Ain Defla. (voir l'annexe N°05)**



**Figure N°27:** L'évolution de la production de la pomme de terre dans la wilaya d'Ain Defla durant la période (2001-2014)

Une croissance remarquable dans la production de la pomme de terre a été observée, elle peut être expliquée par l'extension des superficies consacrées à cette culture dans la wilaya de Ain Defla qui est classée deuxième dans la production nationale après la wilaya de l'Oued.

**I.4. L'efficacité d'utilisation de l'eau de la pomme de terre dans la wilaya de Ain Defla.**

Cette efficacité dépend de l'eau totale utilisée au cours du cycle de production de la culture, qui comprend l'eau perdue et non utilisée par la plante. Elle est définie comme le rapport du gain total de carbone par la plante (GTC en kg) à l'eau totale utilisée (ETU en m<sup>3</sup>).

**Tableau N°20 :** Efficience d'utilisation de l'eau de la pomme de terre des différentes saisons à Ain Defla.

Pomme de terre	Saison	Arrière-saison	Total
Production moyenne (kg)	658378269	481877369	1140255638
Volume d'eau consommé (m <sup>3</sup> )	102269629.1	42874887.07	145144516.2
Efficience d'utilisation de l'eau (kg/ m <sup>3</sup> )	6.44	11.24	7.86

D'après le tableau la production moyenne annuelle est de 1140255 638kg, volume d'eau consommé par an est 145 144516.2m<sup>3</sup>, efficience moyenne d'utilisation de l'eau est 7.86 kg/m<sup>3</sup> exprime 1kg de pomme de terre nécessite 0.13 m<sup>3</sup>.

On constate que 1 m<sup>3</sup> d'eau produire 6.44kg de pomme de terre de saison c'est à dire la quantité d'eau nécessaire pour produire un kg de pomme de terre de saison est égale 0.16m<sup>3</sup>, par contre 1m<sup>3</sup> d'eau produire un 11.24kg de pomme de terre d'arrière-saison ; la quantité d'eau nécessaire pour produire un kg de pomme de terre d'arrière-saison est égale 0.09m<sup>3</sup>.

### I.5.Conclusion

Le point de départ d'une irrigation efficace est la détermination de l'évapotranspiration de référence, celle-ci nous permet d'évaluer les besoins en eau des Cultures.

D'après les résultats obtenus, La moyenne des besoins en eau de la culture de saison est de 4097 m<sup>3</sup> /ha. En la comparant avec la moyenne citée dans la partie bibliographique qui est estimée entre 4000 à 6000 m<sup>3</sup> /ha l'irrigation est nécessaire pour satisfaire les besoins en eau de la culture.

La moyenne des besoins en eau de la culture de arrière-saison est de 2379 m<sup>3</sup> /ha. En la comparant avec la moyenne de la partie bibliographique qui est estimée entre 3000 à 4000 m<sup>3</sup> /ha .on n'est pas obligé d'irriguer durant la phase où la pomme de terre de arrière-saison a le plus besoin d'eau car cette période coïncide avec les pluies d'automne.

L'efficience d'utilisation de l'eau de la pomme de terre de saisonet d'arrière-saison est de 0.13 m<sup>3</sup>/kg, En le comparant avec l'efficience d'utilisation de l'eau de la pomme de terre de saisonet d'arrière-saison de la wilaya de Tlemcen qui est 0.21m<sup>3</sup>/kg (Zaidi et Sayeh, 2013).

On constate que l'efficacité d'utilisation de l'eau est variée sensiblement d'une zone à l'autre selon les conditions climatiques de chaque zone.

## Chapitre II : L'aspect économique de la production de la pomme de terre.

### II .1.Introduction

Malgré la part non négligeable de l'eau verte dans les besoins totaux en eau, la pomme de terre reste une culture irriguée c'est-à-dire qu'on ne peut pas la conduire seulement en pluviale sans aucune irrigation. La détermination de l'efficacité économique de l'eau bleue utilisée pour la production de la pomme de terre et la comparaison avec le prix de revient d'un kilogramme ou d'une tonne de pomme de terre permet la détermination de la rentabilité ou non rentabilité de la pomme de terre.

### II.2.Estimation de l'efficacité d'utilisation de l'eau bleue utilisée pour la production de la pomme de terre.

L'efficacité d'utilisation de l'eau bleue est le rapport entre la production et les besoins en eau d'irrigation.

**Tableau N°21** : L'efficacité de l'eau bleue utilisée pour la production de la pomme de terre de saison et d'arrière-saison.

Pomme de terre	Production moyenne (kg)	Besoin en eau bleue (m <sup>3</sup> )	Efficacité d'utilisation de l'eau bleue (kg /m <sup>3</sup> )
Saison	658 378 269	77 357 476.31	8.51
Arrière-saison	481 877 369	20 779 632.11	23.19

D'après les résultats illustrés dans le tableau on constate que la quantité d'eau bleue nécessaire pour produire un kg de pomme de terre de saison est égale 0.12m<sup>3</sup>, et la quantité d'eau nécessaire pour produire un kg de pomme de terre d'arrière-saison est égale 0.043m<sup>3</sup>. Contrairement pour l'irrigation brute totale l'efficacité d'utilisation de l'eau augmente, pour produire un kg de pomme de terre de saison nécessite 0.16m<sup>3</sup> et pour la pomme de terre d'arrière-saison nécessite 0.094m<sup>3</sup>.

### II.3. Estimation de l'efficacité économique de l'eau bleue subventionnée utilisée pour la production de la pomme de terre.

C'est le coût de revient du volume d'eau bleue utilisée pour la production d'un kg de la partie commerciale d'un produit agricole; il s'exprime en DA/kg. Il sert d'indicateur de la rentabilité d'une région. En Algérie le tarif de l'eau agricole est de 2 à 2.5 DA/m<sup>3</sup> selon le périmètre. Nous avons opté dans notre étude la valeur 2 DA/m<sup>3</sup> comme moyenne pour le calcul.

**Tableau N°22 :** L'efficacité économique de l'eau bleue subventionnée utilisée pour la production de la pomme de terre de saison et d'arrière-saison.

Pomme de terre	Efficacité d'utilisation de l'eau (m <sup>3</sup> / kg)	coût de revient du volume d'eau bleue subventionnée (DA/kg)
Saison	0.12	0.24
Arrière-saison	0.043	0.086

D'après le tableau la tarification de l'eau bleue subventionnée pour produire un kilogramme de la pomme de terre de saison est de 0.24DA, soit 240 DA pour un tonne et pour la culture d'arrière-saison est de 0.086 DA, soit 86 DA pour un tonne. On constate que la production de la pomme de terre d'arrière-saison est rentable par rapport à la pomme de terre de saison. Contrairement pour l'irrigation brut totale L'efficacité économique de l'eau subventionnée augmenté, pour la pomme de terre de saison est de 0.32 DA/kg et pour la pomme de terre d'arrière-saison est de 0.19 DA/kg.

Si on considère que le prix de revient d'un kilogramme de pomme de terre est de 20 DA, on peut déterminer le pourcentage du cout de revient du volume d'eau bleue contenu dans un kilogramme de pomme de terre par rapport au cout de revient de ce kilogramme.

**Tableau N°23 :** Pourcentage du cout de revient du volume d'eau bleue subventionnée contenu dans une tonne de pomme de terre par rapport au cout de revient de la tonne.

Pomme de terre	cout de revient du volume d'eau bleue (DA/tonne)	cout de revient d'une tonne (DA)	Pourcentage du cout de revient du volume d'eau bleue(%)
Saison	240	20000	1.2
Arrière-saison	86	20000	0.43

Pourcentage du cout de revient du volume d'eau bleue contenu dans une tonne de pomme de terre par rapport au cout de revient de cette tonne, varie entre la saison qui est égale 1.2% et l'arrière-saison qui est de 0.43 %. Pour l'irrigation brut totale la pomme de terre de saison représente 1,6 % et pour la pomme de terre d'arrière-saison est de 0.95 %.

**II.4. Estimation de l'efficience économique de l'eau bleue non subventionnée utilisée pour la production de la pomme de terre.**

La consommation de l'eau par l'agriculture est loin de son prix réel, et si on applique le tarif réel de la consommation de l'eau, en absence de subvention, la facture deviendra insupportable donc le prix de revient de l'eau calculé varie de 8.54 à 26.58 DA/ m<sup>3</sup>, ce qui donne une moyenne nationale de 14 DA/m<sup>3</sup> (Zaidi et Sayeh, 2013).

**Tableau N°24:** Efficience économique de l'eau non subventionnée utilisée pour la production de pomme de terre.

Pomme de terre	Efficience d'utilisation de l'eau (m <sup>3</sup> / kg)	coût de revient du volume d'eau bleue non subventionnée (DA/kg)
Saison	0.12	1.68
Arrière-saison	0.043	0.602

D'après le tableau la tarification de l'eau bleue non subventionnée pour produire un kilogramme de la pomme de terre de saison est de 1.68DA, soit 1680 DA pour un tonne et pour la culture d'arrière-saison est de 0.602 DA, soit 602DA pour un tonne. On constate que la production de la pomme de terre dans la wilaya de Ain Defla est rentable. Contrairement pour l'irrigation brut totale L'efficience économique de l'eau non subventionnée augmenté ,pour la pomme de terre de saison est de 2.24 DA/kg et pour la pomme de terre d'arrière-saison est de 1.33 DA/kg .

**Tableau N°25 :** Pourcentage du cout de revient du volume d'eau bleue non subventionnée contenu dans une tonne de pomme de terre par rapport au cout de revient de la tonne.

Pomme de terre	cout de revient du volume d'eau bleue (DA/ tonne)	cout de revient d'une tonne (DA)	Pourcentage du cout de revient du volume d'eau bleue(%)
Saison	1680	20000	8.4
Arrière-saison	602	20000	3.01

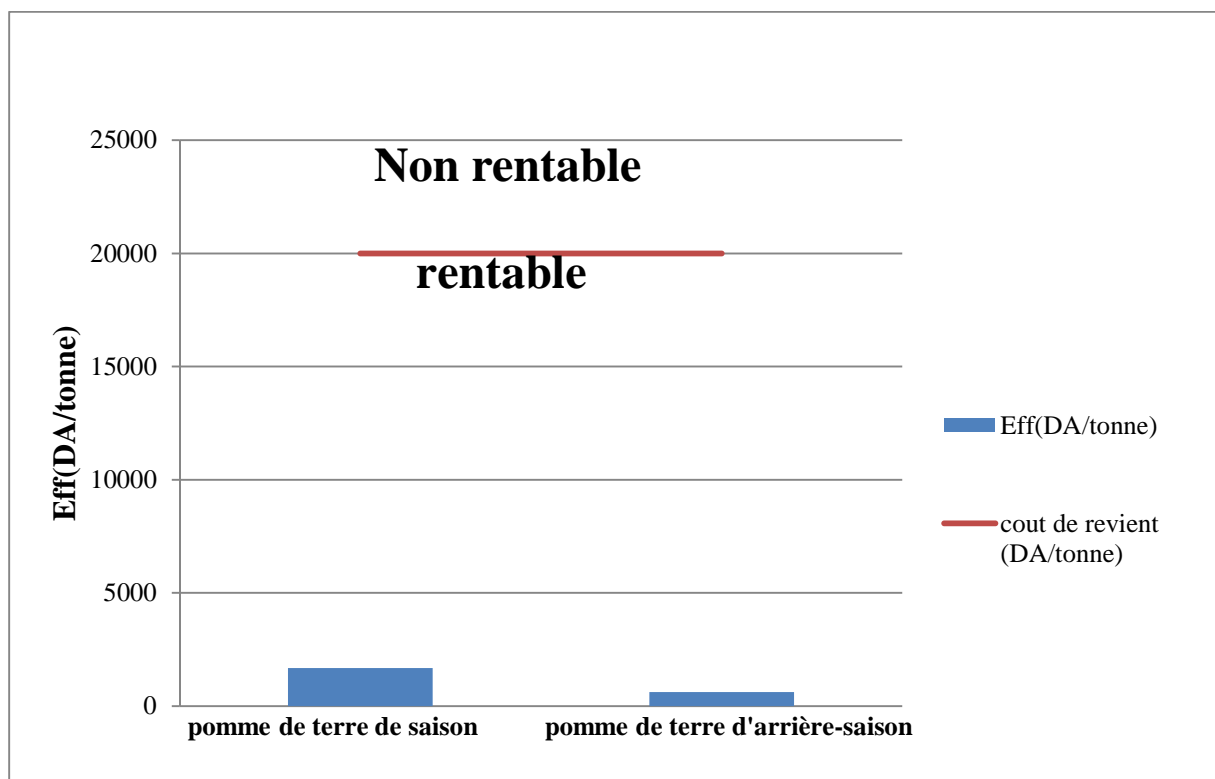


Le tableau montre que le pourcentage du cout de revient du volume d'eau bleue contenu dans une tonne de pomme de terre est inferieur par rapport au cout de revient de cette tonne.

**II.5.L'efficience économique comme outil de décision de la rentabilité ou non de la pomme de terre dans la wilaya de Ain Defla.**

Dans une région donnée, la comparaison entre l'efficience économique d'eau bleue et le prix de revient d'un kilogramme ou d'une tonne de pomme de terre permet de déterminer la rentabilité on non de pomme de terre dans une région donnée par une simple comparaison entre les deux.

Si le niveau du cout de revient de l'eau bleue par tonne de pomme de terre est inférieur à celui du prix de revient de cette tonne on dit que la culture de pomme de terre est rentable pour cette région sinon elle n'est pas rentable.

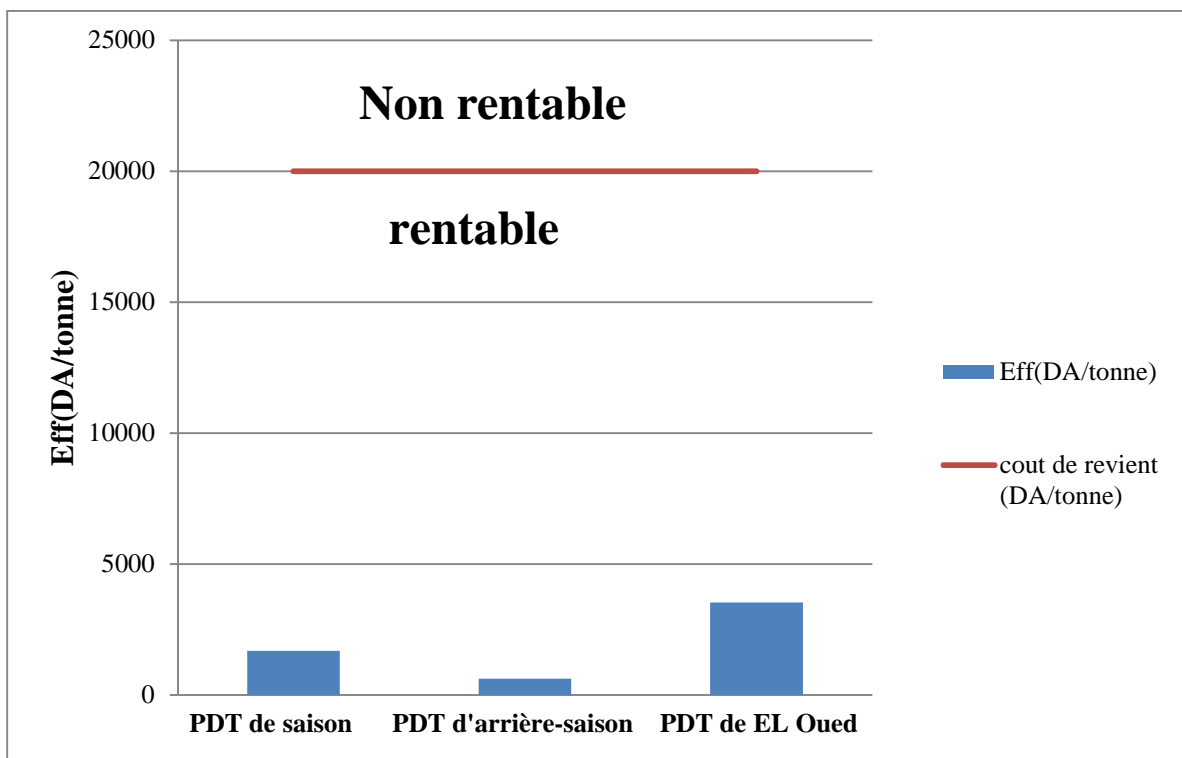


**Figure N°28 :** Efficience économique d’eau bleue pour la production de pomme de terre dans la willaya de Ain Defla.

D’après la figure efficience économique d’eau bleue pour la production de pomme de terre de saison et arrière-saison est très loin au cout de revient d’une tonne de pomme de terre.

On constate que la production de pomme de terre de saison et d'arrière-saison est rentable, et la pomme de terre d'arrière-saison est plus rentable que la pomme de terre de saison.

Si on compare l'efficacité économique d'eau bleue pour la production de pomme de terre dans la willaya de Ain Defla et l'efficacité économique d'eau bleue pour la production de pomme de terre dans la willaya de El Oued (Zaidi et Sayeh, 2013), les résultats obtenus sont illustrés dans la figure N°31.



**Figure N°29 :** Efficacité économique d'eau bleue pour la production de pomme de terre dans la willaya de Ain Defla et El Oued.

D'après la figure l'efficacité économique d'eau bleue pour la production de pomme de terre dans la willaya de Ain Defla et El Oued est très loin au-dessous du coût de revient d'une tonne de pomme de terre.

On constate que quelque soit la zone choisie, la production de pomme de terre est rentable, et la pomme de terre de Ain Defla est plus rentable que la pomme de terre de El Oued.

## II.6. Conclusion

La détermination de l'efficience d'utilisation de l'eau bleue c'est la première étape pour l'estimation de l'efficience économique de l'eau bleue utilisée pour la production de la pomme de terre qui permet la détermination de la rentabilité ou non rentabilité de la pomme de terre dans une région donnée.

On constate que la production de pomme de terre de Ain Defla est rentable par rapport à la pomme de terre de El Oued et la production de la pomme de terre d'arrière-saison dans la wilaya de Ain Defla est plus rentable que la production de la pomme de terre de saison.

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

La wilaya de Ain Defla qui a fait l'objet de notre étude présente des conditions du sol et de climat favorables dans leur ensemble à l'agriculture. Avec une précipitation annuelle de 348.5 mm ce qui fait une précipitation efficace de 327.3mm, et un total moyen annule d'ET<sub>0</sub> de 37.89 mm.

Le volume total qu'il faut solliciter pour couvrir les besoins en eau de la culture de pomme de terre de saison dans la wilaya de Ain Defla est de 409.7mm et les besoins en eau bleue est égale 309.9 mm, cependant les besoins en eau pour la culture d'arrière-saison est égale 237.9 mm et les besoins en eau bleue est de 115.3 mm. Exprime que la pomme de terre d'arrière-saison économisé l'eau contre de saison.

L'efficience d'utilisation de l'eau de la pomme de terre de saison et d'arrière-saison est de 0.13 m<sup>3</sup>/kg, elle est moins que l'efficience d'utilisation de l'eau de la pomme de terre de saison et d'arrière-saison de la wilaya de Tlemcen qui est de 0.21m<sup>3</sup>/kg. On constate que l'efficience d'utilisation de l'eau est variée sensiblement d'une zone à l'autre selon les conditions climatiques de chaque zone.

l'efficience d'utilisation de l'eau bleue nécessaire pour la pomme de terre de saison est égale 0.12m<sup>3</sup>/kg et pour la pomme de terre d'arrière-saison 0.043m<sup>3</sup>/kg. Contrairement pour l'irrigation brute totale l'efficience d'utilisation de l'eau augmente, pour la pomme de terre de saison 0.16m<sup>3</sup>/kg et pour la pomme de terre d'arrière-saison 0.094m<sup>3</sup>/kg. Pour ce la nécessite à diminué les perte d'eau essentiellement due au efficience de système d'irrigation.

L'efficience économique d'utilisation de l'eau bleue subventionnée pour la pomme de terre de saison 240 DA/tonne, 86 DA/tonne pour la pomme de terre d'arrière-saison, pour l'eau non subventionnée 1 680 DA/tonne pour la culture de saison et 602 DA/tonne pour la culture d'arrière-saison. Mais elle est rentable quel- que soit l'eau subventionnée ou non, la rentabilité de la culture de la pomme de terre dans la wilaya de Ain Defla par rapport à la wilaya de El Oued qu'avec une efficience économique d'utilisation de l'eau bleue non subventionnée de 3 533.32 DA/tonne, que la premier dans la production de cette culture et le non renouvellement des ressources exige à appliquer cette culture dans des régions comme Ain Defla où il y a les ressources en eau est renouvelables et l'efficience réduit.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

**Allen RG et al (Eds) (1991).** Lysimeters for évapotranspiration and Environmental Measurements, Proc. of the ASCE Int. Symp. On Lysimetry, Honolulu, HA, ASCE, New York, NY.

**ANDI, 2014.** Agence Nationale de développement de l'Investissement; 2014.

**Anonyme., 2011.** La pomme de terre, Bilan de la campagne 2009/10. France Agri Mer 2011: [www.franceagrimer.fr](http://www.franceagrimer.fr) / <http://agriculture.gouv.fr>.

**Anonyme., 2003.** Age physiologique et préparation des semences. Ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Aquaculture : [www.gnb.ca](http://www.gnb.ca).

**Anonyme, 2010.** Fiche techniques valorisée des cultures maraîchères et industrielles ; 2010.

**ANRH, 1993.** Carte pluviométrique de l'Algérie du Nord à l'échelle du 1/500 000, notice explicative, Ministère de l'Équipement, Alger, Ed. I.N.C.

**ANRH, 2014.** Agence Nationale des Ressources Hydriques; 2014.

**Bernhards U., 1998.** La pomme de terre *Solanum tuberosum L.* Monographie. Institut National Agronomique Paris – Grignon.

**Boufares, 2012.** Comportement de trois variétés de pommes de terre (*Spunta*, *Désirée* et *Chubaek*) entre deux milieux de culture substrat et hydroponique.

**Clement, 1989.** Larousse agricole Librairie Paris pages. 874-879.

**Clément Mathieu, Paul Audoye et Jean-Claude Chossat, 2007.** Bases techniques de l'irrigation par aspersion, Lavoisier, Paris.

**Darpoux R., Debelley M., 1967.** Les plantes sarclées. Edition. J.B. Baillière et fils France. Collection d'Enseignement Agricole. 307p.

**Delaplace P., 2007.** Caractérisation physiologique et biochimique du processus de vieillissement du tubercule de pomme de terre (*Solanum tuberosum L.*) (Thèse de doctorat). Gembloux, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, 171 p.

**Doorembos J., 1975.** Les besoins en eau des cultures bulletin d'irrigation et de drainage F.A.O

**Doorembos J., 1980.** Repousse des rendements à l'eau, Bulletin d'irrigation de drainage. FAO. n°33.

**DSA, 2007/2008.** La production de la pomme de terre dans la wilaya D'El-Oued. Fiche technique.

**DSA, 2015.** Direction de Service Agricole ; 2015.

**Ellissèche D., 2008.** Production de pomme de terre; quels défis pour aujourd'hui et pour demain?

**FAO,** Compte rendu de fin d'année (Année internationale de la pomme de terre 2008). p 148

**FAO, 2006.**Irrigation and Drainage Paper No. 56.

**FAO state , 2008.** -<http://www.F.A.O.org/eg/er/magazine/0611sp1.htm>

**FAO, 2011.** L'état des ressources en terres et en eau pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde. Gérer les systèmes en danger. Rapport de synthèse. Rome : FAO.

**Ferrah A., Yahiaoui S., 2004.** Eau et agriculture en Algérie. Groupe de recherche pour le développement de l'agriculture algérienne, Alger.

**Gauthier J., 1991.** Notions d'agriculture; le sol, les cultures, les élevages, l'économie et la gestion. Ed. Tech, Doc. Lavoisier, Paris, 575 p.

**Imache A, 2003.** Caractérisation socio-économique de la gestion des usages de l'eau agricole et simulation de gestion alternative de l'eau :cas de la nappe de la Mitidja en Algérie. Projet de stage, Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier,63P.

**Jean Robert Tiercelin, 1998.** Les besoins en eau des cultures, Traité de l'irrigation, Lavoisier, Paris.

**Laumonier, 1979.** Les cultures légumière et maraîchère. Tome II Ed J.B. Paris page 209-230.

**MADR, 2007 .** « Statistiques Agricole, Série A et B ».

**Morgan M., Alexis G. 2013.**État des lieux du secteur de l'eau en Algérie.

**Mouhouche B. et Issolah A, 1983.**Besoins en eau des cultures et avertissement à l'irrigation. INSID, le zonage agroécologique de terres et pilotage de l'irrigation. Dar El-Beida, 1993.

**Mouhouche, 2003.** Polycopie de cours d'irrigation, INA, EL HARRACH (Alger).

**Ouradi L., 2014. ME.** Contribution à la gestion de l'eau d'irrigation d'un périmètre cas du périmètre irrigué Mitija Est

**Péron J Y., 2006.** Références productions légumières, 2ème édition.synthèse Agricole p 538-547.

**Perrier A.,1977.** Projet de définitions concernant l'évapotranspiration en fonction de considérations théoriques et pratiques. La météorologie, n° spécial « Évapotranspiration»

**Rata et Krelouf, 2013 :**Apport de la télédétection dans la discrimination des unités pédo-paysagiques de la plaine du Haut-Chélif.

**Remini B, 2005.** La problématique de l'eau en Algérie. Office des Publications Universitaires 09/2005, Ben-Aknoun, Alger.

**Rousselle P., Robert Y., Crosnier J C., 1996.** La pomme de terre – Production,amélioration, ennemis et maladies, utilisations. 1 éd. Paris : INRA Editions. P278.



**Rousselle P., Rousselle B., Ellisseche D ., 1992** .La pomme de terre in Amélioration desespèces végétales cultivées .GallaisA ,Bammerot H .1992.

**Simonne E, 2011.**Principales and practices of irrigation management for vegetables.

**Soltner D., 1990.** Les grandes productions végétales; céréales, plantes sarclées, prairies. Ed. Saint. Gémnes –sur- Loire, Sciences et techniques agricoles, 464 p.

**Soltner D., 2005.** Les grandes productions végétales, phytotechnie spéciale-céréales-plantes sarclées-prairies .Collection Sciences et Techniques Agricoles 20eme édition 472P.

**Unicef,2002.** L'eau dans le monde :l'eau potable et l'assainissement, fiche thématique

**Vanloon, 1987.**Stage sur la production de pomme de terre.L'irrigation de pomme de terre.

**Vanderzaag, 1990** .la pomme de terre et sont culture au pays bas.

**Zaidi et Sayeh, 2013.**détermination de l'effcience d'utilisation de l'eau de la pomme de terre en Algérie.

**Zella. L, Smadhi. D. 2005.** L'intérêt du calcul des pérîtes de charge en micro irrigation. Larhyss journal, ISSN 1112-3680, n°04, juin 2005.

# **Annexes**

**Annexe N°01:** Résultats de calcul de l'évapotranspiration de référence.

Mois	Temp Min °C	Temp Max °C	Humidité %	Vent km/jour	Insolation heures	Ray MJ/m <sup>2</sup> /jour	ETo mm/jour
Janvier	6.6	12.5	59	74	4.8	8.7	1.16
Février	6.3	13.5	55	100	6.2	12.1	1.72
Mars	10.9	15.8	51	88	6.8	15.7	2.45
Avril	12.5	18.4	50	84	7.6	19.3	3.22
Mai	16.5	23.0	48	102	9.3	23.3	4.35
Juin	21.4	29.5	47	65	9.9	24.7	4.94
Juillet	21.2	34.3	46	66	11.0	25.9	5.49
Août	24.4	33.8	49	67	10.2	23.4	5.19
Septembre	18.2	29.5	55	66	8.2	18.3	3.73
Octobre	17.7	26.8	57	67	6.9	13.6	2.71
Novembre	10.8	17.7	56	79	5.8	10.0	1.69
Décembre	8.6	13.9	59	88	4.9	8.1	1.24
Moyenne	14.6	22.4	53	79	7.6	16.9	3.16

**Annexe N°02:** calendrier d'irrigation de pomme de terre de saison.

Calendrier d'irrigation des cultures

Station ETo: HARREZA    Culture: POMME DE TERRE    Date de plantation: 20/02    Baisse Rdt: 0.0 %  
 Station Pluie: HARREZA    Sol: MOYENE    Date de récolte: 29/06

Format Tableau  
 Calendrier irrigation  
 Bilan hydrique journalier

Échéance: Irriguer à l'épuisement maximum  
 Apport: Recharger sol à la capacité au champ  
 Eff. au champ 70 %

Date	Jour	Phase	Pluie mm	Ks fract.	Etr %	Épuis. %	Irr. Net. mm	Déficit mm	Perte mm	Irr. Brut. mm	Débit l/s/ha
10 Avr	50	Croiss.	0.0	1.00	100	30	23.9	0.0	0.0	34.2	0.08
21 Avr	61	Mi-sais.	0.0	1.00	100	32	26.8	0.0	0.0	38.3	0.40
30 Avr	70	Mi-sais.	0.0	1.00	100	31	26.0	0.0	0.0	37.2	0.48
8 Mai	78	Mi-sais.	0.0	1.00	100	30	25.2	0.0	0.0	36.0	0.52
15 Mai	85	Mi-sais.	0.0	1.00	100	33	28.0	0.0	0.0	39.9	0.66
22 Mai	92	Mi-sais.	0.0	1.00	100	35	29.2	0.0	0.0	41.7	0.69
28 Mai	98	Mi-sais.	0.0	1.00	100	31	26.2	0.0	0.0	37.4	0.72
4 Jui	105	Fin	0.0	1.00	100	37	31.3	0.0	0.0	44.7	0.74
12 Jui	113	Fin	0.0	1.00	100	41	34.5	0.0	0.0	49.3	0.71
22 Jui	123	Fin	0.0	1.00	100	48	40.2	0.0	0.0	57.4	0.66
29 Jui	Fin	Fin	0.0	1.00	0	26					

**Annexe N°03:** calendrier d'irrigation de pomme de terre d'arrière-saison.

Calendrier d'irrigation des cultures

Station ET0 HARREZA Culture POMME DE TERRE Date de plantation 25/08 Baisse Rdt 0.9 %  
 Station Pluie HARREZA Sol MOYENE Date de récolte 01/01

Format Tableau  
 Calendrier irrigation  
 Bilan hydrique journalier

Échéance: Irriguer à l'épuisement maximum  
 Apport: Recharger sol à la capacité au champ  
 Eff. au champ 70 %

Date	Jour	Phase	Pluie	Ks	Etr	Épuis.	Irr. Net.	Déficit	Perte	Irr. Brut.	Débit
			mm	fract.	%	%	mm	mm	mm	mm	l/s/ha
25 Aoû	1	Init	0.0	0.00	0	100	42.8	0.0	0.0	61.1	7.07
30 Aoû	6	Init	0.0	1.00	100	25	11.8	0.0	0.0	16.8	0.39
6 Sep	13	Init	0.0	0.99	100	29	14.9	0.0	0.0	21.3	0.35
14 Sep	21	Init	0.0	1.00	100	26	15.2	0.0	0.0	21.7	0.31
25 Sep	32	Croiss.	0.0	0.99	100	29	19.6	0.0	0.0	28.0	0.29
5 Oct	42	Croiss.	0.0	1.00	100	30	21.9	0.0	0.0	31.3	0.36
15 Oct	52	Croiss.	0.0	1.00	100	30	24.4	0.0	0.0	34.9	0.40
30 Oct	67	Mi-sait.	0.0	1.00	100	31	26.0	0.0	0.0	37.1	0.29
1 Jan	Fin	Fin	0.0	1.00	0	5					

**Annexe N°04 :** la superficie de pomme de terre durant la période (2001-2014).

La campagne Pomme de terre	Saison	Arrière-saison
2001-2002	18169	13607
2002-2003	20917	13723
2003-2004	21586	15589
2004-2005	22778	17377
2005-2006	21254	15230
2006-2007	22500	14650
2007-2008	27540	20550
2008-2009	24580	16599
2009-2010	28620	18736
2010-2011	24150	21487
2011-2012	24385	18385
2012-2013	31564	23831
2013-2014	36 464	24 525

**Annexe N°05** : la production de pomme de terre durant la période (2001-2014).

La campagne pomme de terre	Saison	Arrière-saison
2001-2002	3838126	3112107
2002-2003	7118219	4539540
2003-2004	4588468	3348000
2004-2005	4591981	3813285
2005-2006	3972951	3200000
2006-2007	3988600	2675600
2007-2008	6460830	5226700
2008-2009	5846698	4747330
2009-2010	6721300	5205500
2010-2011	8649546	6765000
2011-2012	7441922	5601681
2012-2013	9951177	7316440
2013-2014	12 419 357	7 092 875