

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIC ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département : Génie Rural

قسم : الهندسة الريفية

Spécialité : Hydraulique agricole

تخصص : علوم الماء

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

THÈME

Impact des méthodes d'estimation de l'évapotranspiration de référence ETo sur les paramètres du bilan hydrique et croissance d'une culture irriguée (pomme de terre) simulés par le modèle Aquacrop (FAO, 2018). Cas de Sidi Rached (Mitidja, Algérie)

Présentée par : **TAKI Bouthaïna**

soutenue le : 18/09/2019

Devant le jury composé de :

Mémoire dirigé par :

M. SELLAM Fouad

Maître-assistant (ENSA)

Président :

M. CHABACA Mohamed Nacer

Professeur (ENSA)

Examineurs :

M. DELLI Réda

Maître de conférences B(ENSA)

Mme. LARFI FKAIR Bouchra

Maître-assistant (ENSA)

M. MANSOURI Djamel

Maître-assistant (ENSA)

Invitée :

Mme. LOUNIS Amel

Doctorante (ENSA)

Promotion : 2016 – 2019

Partie 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

SOMMAIRE

- Introduction générale.....	1
<u>I.- CULTURE DE POMME DE TERRE EN ALGERIE</u>	3
I.1.Introduction.....	3
I.2.- Description générale.....	3
I.3.- Rendement et principales wilayas productrices de la pomme de terre en Algérie.....	3
I.4.- Les Principales variétés cultivées en Algérie.....	4
<u>II.- TRANSFERTS D'EAU DANS LE SYSTEME ``SOL-PLANTE-ATMOSPHERE``</u>	5
II.1.- Le bilan hydrique	5
I.1.1.- Les paramètres de l'équation du bilan hydrique	6
<i>I.1.1.1.- Précipitation, infiltration, ruissellement, drainage..</i>	6
<i>I.1.1.2.- Variation du stock d'eau : réserve utile et évapotranspiration.....</i>	6
a.- La réserve utile	6
b.- L'évapotranspiration.....	8
b.1.- Les facteurs conditionnels de la mesure de l'évapotranspiration.....	9
b.2.- Les différents types d'évapotranspiration.....	9
II.2.- Maîtrise des pratiques d'irrigation	10
II.2.1.- La base du raisonnement.....	10
II.2.1.1.- Réserve et drainage.....	10
II.2.1.2.- <i>Les pluies</i>	11
II.2.1.3.- <i>La consommation en eau par les cultures</i>	11
II.2.1.4.- <i>L'utilisation du bilan hydrique</i>	11
II.2.2.- Quand déclencher la première irrigation ? ..	11
II.2.3.- Combien apporter ?	12
II.2.4.- Comment déterminer le rythme d'irrigation et la dose unitaire ?	12
II.2.5.- Appliquer la dose voulue.....	13
II.3.- facteurs de réponse de l'agriculture aux changements climatiques	13

III.- IMPORTANCE DE LA MODELISATION ET SES

<u>PERSPECTIVES</u>	14
III.1.Introduction	14
III.2.- Modèles de culture basés sur des processus	14
III.3.- Structures des modèles de culture.....	14
III.3.1.- Modèles de culture.....	14
III.3.2.- Brève historique sur les modèles agronomiques.....	14
III.3.3.- Les structures des modèles de culture.....	15
III.3.4.- Types de modèles.....	15
III.3.5.- Les domaines d'utilisation des modèles	16
III.4.- Le modèle AQUACROP	16
III.4.1.-Introduction.....	16
III.4.2.- Discription du modèle AQUACROP.....	16
III.4.3.-Domaine d'application du modèle Aquacrop.....	19
III.4.4.- Objectifs du modèle.....	19
III.5.- Estimation de l'évapotranspiration de référence	19
III.5.1.- Introduction.....	19
III.5.2.- Méthodes empiriques basées sur l'évaporation d'un bac d'eau libre.....	20
III.5.3.- Méthodes basées sur le bilan de masse.....	20
III.5.4.- Basées sur le bilan d'énergie.....	21
III.5.5.- Méthodes basées sur la température de l'air.....	22

Partie 2 : MATERIELS & METHODES

SOMMAIRE

I. <u>INTRODUCTION</u> :	24
II.- <u>PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE</u>	25
II.1.- Situation Géographique du bassin de Sidi Rached	25
II.2.- Caractéristiques géomorphologiques du sous bassin versant	26
II.2.1.- Paramètres géométriques	26
II.2.2.- Paramètres de relief	26
II.3.- Tendances climatiques de la zone de la Mitidja	26
II.3.1.- Variations mensuelles des paramètres climatiques	26
II.3.1.- Températures de l'air	26
II.3.2.- Humidité de l'air	27
II.3.3. La vitesse du vent	28
II.3.4.- La durée d'insolation	28
II.3.5.- Précipitation	29
II.3.2.- Variations interannuelles des paramètres climatiques	30
II.4.- Occupations des sols dans la zone d'étude	32
II.5.- Différentes zones agricoles du bassin de Sidi Rached	33
III.- <u>PROTOCOLE D'ETUDE</u>	36
III.1.- Présentation de la culture de pomme de terre	36
III.1.1.- Étapes du développement de la culture	37
III.1.2.- Itinéraire technique de la pomme de terre	37
III.1.2.1.- La préparation du sol	37
III.1.2.2.- Plantation	38
III.1.2.3.- Irrigation	38
III.1.2.4.- Lutte contre le gel	38
III.1.2.5.- Soins de la culture	38
III.1.2.6.- Fertilisation	39
III.1.2.7.- Récolte	39

III.2.- Présentation des méthodes et outils d'étude.....	39
III.2.1.- Programme de calcul des évapotranspirations de référence : ETo Version 1.0.....	39
III.2.2.- Programme de calcul des indices de sécheresse : DrinC version 1.5.73.....	41
III.2.3.- Modèle de simulation du bilan hydrique de culture Aquacrop.....	44
III.2.3.1.- Introduction.....	44
III.2.3.2.- Les différentes étapes de simulations par Aquacrop.....	45
III.2.3.3.- Les données d'entrées du modèle Aquacrop.....	47
III.2.3.4.- Les données de sorties du modèle Aquacrop.....	49

Partie 3 : RÉSULTATS & DISCUSSIONS

SOMMAIRE

<u>I.- INTRODUCTION : RAPPEL DES OBJECTIFS</u>	50
<u>II.- VALIDATION DES METHODES DE CALCUL DE ETO</u>	50
<u>III.- APERÇU CLIMATIQUE PENDANT LE CYCLE DE LA CULTURE</u>	53
III.1.- Précipitation et demande climatique ETo.....	54
III.2.- Indice de sécheresse RDI.....	55
<u>IV.-PRESENTATIONS DES RESULTATS DE SIMULATIONS PAR AQUACROP</u>	56
IV.1.-Evapotranspirations réelles ET simulées par le modèle.	56
IV.2.- Irrigations IRR générées par le modèle.....	58
IV.3.- Drainages DR simulés par le modèle.....	58
IV.4.- Productivités WPet obtenues par le modèle	59
<u>V.- EFFETS DES METHODES D'ESTIMATION DES ETO</u>	60
V.1.- Sur les évapotranspirations réelles ET simulées par le modèle.....	60
V.2.- Sur les irrigations générées par le modèle.....	63
V.3.- Sur les drainages simulés par le modèle.....	66
V.4.- Sur les productivités WPet simulées par le modèle.....	67
- Conclusion Générale	72
- Les Références bibliographiques.....	75
- Les Annexes.....	79

Summary :

This work consists of analyzing the effects of different methods of estimating of reference evapotranspiration ETo on the parameters of simulation of crop water balances modelling.

The main conditions of crop water balance modelling are resumed as follow :

- Model tested : **Aquacrop version 6.1** (FAO, 2018)
- Study area : Agricultural zone of **Ahmer El Ain** and **Bourkika** (Mitidja basin)
- Cultivation used : **Potato**
- Simulation period : **1980 - 2018 (39 years)**
- ETo estimation methods tested : **Penman Monteith, Penman, Blaney Criddle, Hargreaves and Makking**
- Simulated parameters analyzed : **Actual evapotranspiration and rigations generated IRR, Drainage DR**

and Productivity of water WPet

The statistic analysis of simulated parameters lead to high values of the coefficients of determination R^2 inducing a very highly significant relationships between :

- Evapotranspirations obtained with **BC, PEN, MK** and **PM** methods.
- The productivity obtained with the **BC, PEN** and **Mk** methods and that of the **PM** reference, the values given by the **HG** method have not given any significant results.
- The irrigations obtained with the methods **BC, HG, PEN** and **Mk** and that of reference of **PM**.

There are no statistically significant differences between the average drainages obtained by the ETo estimation met

ملخص :

عملنا هو تحليل آثار الطرق المختلفة لتقدير التبخرات المرجعية على معايير محاكاة الأرصد المائية والنمو. لتحقيق عملنا ، ركزنا على النقاط التالية:

- تم اختبار النموذج: الإصدار **6.1 من Aquacrop** (منظمة الأغذية والزراعة ، 2018)
- موقع الدراسة: المنطقة الزراعية بأحمر العين وبوركিকা (حوض سيدي راشد)
- الزراعة المستخدمة: موسم البطاطس
- فترة المحاكاة: **1980 - 2018** (39 سنة)

- طرق تقدير ETo التي تم اختبارها: **Hargreaves and Makking ، Blaney Criddle ، Penman ، Penman Monteith**

- تحليل المعلمات المحاكاة: التبخر الفعلي ، الري الناتج IRR ، الصرف DR وإنتاجية المائية WPet

تسمح القيم العالية لمعاملات التحديد R^2 بعلاقات مهمة جداً بين:

- التبخرات التي تم الحصول عليها باستخدام طرق **BC** و **PEN** و **MK** و **PM**.
 - الإنتاجية التي تم الحصول عليها باستخدام أساليب **BC** و **PEN** و **Mk** و مرجع **PM** ، لم تعط القيم المعطاة بواسطة طريقة **HG** أي نتائج مهمة.
 - الري الذي تم الحصول عليه باستخدام طرق **BC** و **HG** و **PEN** و **Mk** و مرجع **PM**.
- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسط الصرف الذي تم الحصول عليه بواسطة طرق تقدير **ETo**.

Résumé :

Notre travail consiste à analyser les effets des différentes méthodes d'estimation des évapotranspirations de références sur les paramètres de simulation des bilans hydriques et croissances.

Pour la réalisation de notre travail, On s'est articulé sur les points suivants :

- Modèle testé : **Aquacrop version 6.1** (FAO, 2018)
- Site d'étude : Zone agricole de **Ahmer El Ain** et **bourkika**(Bassin de Sidi Rached,)
- Culture utilisée : **Pomme de terre saison**
- Période de simulation : **1980 – 2018** (39 années)
- Méthodes d'estimation de ETo testées : **Penman Monteith, Penman, Blaney Criddle, Hargreaves et Makking**
- Paramètres simulés analysés : **Evapotranspiration réelle ET, Irrigations générées IRR, Drainage DR et Productivité de l'eau WPet**

Les valeurs élevées des coefficients de détermination R^2 permettent des relations très hautement significatives entre :

- Les évapotranspirations obtenues avec les méthodes **BC, PEN, MK**, et celle de **PM**.
- Les productivités obtenues avec les méthodes **BC, PEN** et **Mk** et celle de référence de **PM**, les valeurs données par la méthode de **HG** n'ayant pas donné de résultats significatives.
- Les irrigations obtenues avec les méthodes **BC, HG, PEN** et **Mk** et celle de référence de **PM**.

Il n'ya pas de différences statistiquement significatives entre les moyennes des drainages obtenues par les méthodes d'estimation des ETo.