



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE 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

القسم: الهندسة الريفية

Spécialité: Hydraulique agricole

التخصص: الري الفلاحي

Mémoire De Fin D'études

Pour L'obtention Du Diplôme Master

***THEME***

*Evaluation d'un essai sur culture de poivron a l'aide du  
modele FAO Aquacrop*

Présenté Par : M<sup>lle</sup> DAOUD Amira.

Soutenu le : 27/09/2020

M<sup>lle</sup> KADOUCHE Fadila.

Devant le jury composé de :

**Président :**

M. CHABACA M.N.

Professeur (ENSA, Alger)

**Promoteur :**

M. SELLAM F.

Maitre assistant (ENSA, Alger)

**Examineurs :**

M. DELLI R.

Maitre de conférences (ENSA, Alger)

Mme. LARFI KHAIR B.

Maitre assistant (ENSA, Alger)

Promotion: 2015/2020

# SOMMAIRE

Liste des figures.....	A
Liste des tableaux.....	C
Liste des abréviations.....	D

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

## **Partie I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

I. LA CULTURE DU POIVRON ( <i>Capsicum annuum</i> L.).....	6
I.1.Origine et répartition du poivron .....	6
I.2.Importance économique de la culture du poivron dans le monde .....	6
I.3.Les principales variétés du poivron en Algérie .....	7
I.4.Caractéristiques physiologiques et botaniques du poivron .....	7
I.4.1 <i>Système racinaire</i> .....	7
I.4.2 <i>Tige</i> .....	7
I.4.3 <i>Feuilles</i> .....	7
I.4.4 <i>Fleurs</i> .....	8
I.4.5 <i>Fruits</i> .....	8
I.4.6 <i>Graines</i> .....	8
I.5. Systématique du poivron.....	8
I.6. Stade phénologique .....	8
I.7. Exigences écologiques du poivron.....	9
I.7.1 <i>Choix du sol et du ph</i> .....	9

I.7.2 Exigences en chaleur .....	9
I.7.3 Exigences en lumière .....	9
I.7.4 Exigences en eau.....	9
<b>II. BILAN HYDRIQUE DANS LE SYSTEME SOL-PLANTE- ATMOSPHERE.....</b>	<b>10</b>
II.1 Notion d'évapotranspirations .....	10
II.1.1 Introduction .....	10
II.1.2 Méthodes d'estimation des Evapotranspirations .....	10
II.1.2.1 L'Evapotranspiration de référence $ET_{ref}$ ou potentielle ETP .....	10
II.1.2.2 L'évapotranspiration maximale ETM .....	13
II.1.2.3 L'évapotranspiration réelle ETR.....	14
II.2 Bilan hydrique et evapotranspiration.....	14
<b>III.MODELISATION DU BILAN HYDRIQUE DES CULTURES.....</b>	<b>16</b>
III.1 Importance de la modélisation et ses perspectives.....	16
III.1.1 Historique de la modélisation des cultures :.....	16
III.1.2 Principes des modèles de culture .....	17
III.1.3 Utilités des modèles de culture.....	17
III.1.4 Progrès récents de la simulation du bilan hydrique .....	17
III.2 définitions des concepts liés à la modélisation.....	19
III.3 Types de modèles .....	19
III.3.1 Modèle empirique.....	19
III.3.2 Modèle mécaniste.....	19
III.3.3 Modèle statique .....	19
III.3.4 Modèle dynamique .....	19

III.3.5 <i>Modèle déterministe</i> .....	19
III.3.6 <i>Modèle stochastique</i> .....	19
III.4 <i>Stratégie de construction du modèle</i> .....	20
III.5 <i>Modélisation des bilans hydriques</i> .....	20
III.5.1 <i>Définition de bilan hydrique</i> .....	20
III.5.2 <i>Principes des modèles du bilan hydrique</i> .....	21
III.5.2.1 <i>Modélisation de l'infiltration</i> .....	21
III.5.2.2 <i>Modélisation de l'évaporation d'un sol nu</i> .....	22
III.5.2.3 <i>Modélisation de la transpiration de la plante</i> .....	23
III.6 <i>Exemple du modèle de culture aquacrop de la FAO</i> .....	23
III.6.1 <i>Introduction</i> .....	23
III.6.2 <i>Description</i> .....	24
III.6.3 <i>Les paramètres mis en jeu dans le modèle aquacrop</i> .....	28
III.6.3.1 <i>Paramètres liés aux entrées du modèle</i> .....	28
III.6.3.2 <i>Paramètres liés aux sorties du modèle</i> .....	28

## **Partie II : MATERIELS & METHODES**

I. INTRODUCTION .....	30
II. PRESENTATION DE LA BASE DE DONNEES DE SIMULATION	
AQUACROP .....	31
II.1 Base de données climatiques .....	31
II.1.1 <i>Températures de l'air</i> .....	32
II.1.2 <i>Humidité de l'air</i> .....	33
II.1.3 <i>Durée d'insolation</i> .....	34
II.1.4 <i>Vitesse du vent</i> .....	34
II.1.5 <i>Précipitation et évapotranspiration potentielle ETP</i> .....	35
II.1.6 <i>Diagramme Ombrothermique</i> .....	37

II.1.7 <i>Analyse fréquentielle des précipitations et des ETP</i> .....	38
II.1.8 <i>Indice de sécheresse</i> .....	40
II.2 Base de données expérimentales (Essai poivron, Ensa 1983 ).....	42
II.2.1 <i>Dispositif d'essai</i> .....	42
II.2.2 <i>Type de sol</i> .....	43
II.2.3 <i>Itinéraire technique cultural</i> .....	43
III. PRESENTATION DU MODELE AQUACROP.....	44
III.1 Entrées du modèle Aquacrop .....	44
III.1.1 <i>Les entrées "climat"</i> .....	45
III.1.2 <i>Les entrées "sol"</i> .....	45
III.1.3 <i>Les entrées "plante"</i> .....	46
III.1.4 <i>Les entrées "itinéraires techniques"</i> .....	48
III.2 Simulations dans Aquacrop.....	48
III.2.1 <i>Simulation au niveau de la culture</i> .....	48
III.2.2 <i>Simulation au niveau de la gestion au champ</i> .....	51
III.3 Les sorties du modèle.....	52

### **Partie III : RESULTATS & DISCUSSIONS**

I. INTRODUCTION.....	55
II. CONDITIONS CLIMATIQUES DE L'ESSAI POIVRON.....	55
II.1 Les températures de l'air.....	55
II.2 Les pluies et évapotranspirations potentielles ETP.....	56
III. SIMULATION DE L'ESSAI POIVRON A L'AIDE DU MODELE AQUACROP.....	57
III.1 Rappel des conditions de simulation.....	57
III.2 Simulation de l'état hydrique du sol.....	58
III.2.1 <i>Etat de la réserve en eau du sol au cours de l'essai</i> .....	58
III.2.2 <i>Evaporation du sol et transpiration de la culture au cours de l'essai</i> .....	60
III.3 Simulation de la croissance végétale.....	62
III.3.1 <i>Couverture de la canopée</i> .....	62
III.3.2 <i>Biomasse aérienne</i> .....	63

III.3.3 <i>Productivité de l'eau W<sub>pet</sub></i> .....	64
IV. EVALUATION DES SIMULATIONS AQUACROP DE L'ESSAI POIVRON.....	65
IV.1 Evaluation de la réserve en eau du sol.....	66
IV.2 Evaluation de la couverture de la canopée.....	67
IV.3 Evaluation de la biomasse aérienne.....	68
IV.4 Conclusion sur les évaluations des simulations par aquacrop.....	70

## **Partie IV : RESULTATS & DISCUSSION MASTER**

I. INTRODUCTION .....	72
II. INDICE DE SECHERESSE SPI.....	73
III. RESULTATS DES SIMULATIONS AQUACROP.....	75
III.1 Variations journalières : .....	75
III.1.1 <i>De la réserve en eau du sol à travers le Rew</i> .....	75
III.1.2 <i>De l'évapotranspiration ET à travers le rapport ET/ETM</i> .....	76
IV. RESULTATS GLOBAUX PAR COMPAGNE .....	77
IV.1 Le bilan hydrique de culture .....	77
IV.2 La croissance végétale .....	78
IV.3 Comparaison entre années sèche, normale et humide.....	78
IV.4 Analyse fréquentielle des simulations pluriannuelles.....	79
Conclusion générale.....	81
Références bibliographiques.....	85
Annexes.....	88
Annexe I.....	I
Annexe II.....	II
Annexes III.....	III
Annexe IV.....	IV
Annexe V.....	VII
Annexe VI.....	X
Annexe VII.....	XII

## **RESUME**

L'objectif principal de ce travail est de tester et évaluer un essai sur culture de poivron à l'aide du modèle de bilan hydrique de culture **Aquacrop** de la FAO. L'essai s'est déroulé au niveau de la station expérimentale de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie en 1983 par **M. Fouad Sellam**. L'évaluation consiste à tester l'aptitude du modèle à simuler de façon significative les paramètres de bilan hydrique, et portera sur les confrontations entre valeurs observées et simulées par le modèle par le biais de méthode statistique telle la régression linéaire.

Les observations ayant été réalisées au cours de l'essai sur culture de poivron ont concerné :

- *La réserve en eau du sol.*
- *La couverture de la canopée.*
- *La biomasse aérienne.*

L'étude des confrontations entre valeurs observées et simulées des réserves en eau du sol , des couvertures de la canopée et des biomasses aériennes semble montrer que le modèle Aquacrop restitue de manière assez significative les valeurs de terrain.

**Mots clés :** *Simulation, Aquacrop, poivron, bilan hydrique, réserve en eau, couverture de la canopée, biomasse aérienne.*

## **ABSTRACT**

The main objective of this work is to test and evaluate a pepper crop trial using the FAO **Aquacrop** crop water balance model. The test took place at the experimental station of the National School of Agronomy in 1983 by **Mr. Fouad Sellam**. The evaluation consists of testing the ability of the model to significantly simulate the water balance parameters, and will focus on the confrontations between values observed and simulated by the model using a statistical method such as linear regression.

The observations were made during the trial on pepper cultivation concerned:

- *The soil water reserve.*
- *The canopy cover.*
- *Aerial biomass.*

The study of the confrontations between observed and simulated values of soil water reserves, canopy cover and aerial biomass seems to show that the Aquacrop model restores the field values quite significantly.

**Keywords:** *Simulation, Aquacrop, pepper, water balance, water reserve, canopy cover, aboveground biomass.*

## ملخص

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو اختبار وتقييم تجربة محصول الفلفل باستخدام نموذج التوازن المائي للمحصول *اكوة كروب* التابع لمنظمة الأغذية والزراعة. تم الاختبار في المحطة التجريبية للمدرسة الوطنية للزراعة عام 1983 على يد *السيد فؤاد سلام*. يتكون التقييم من اختبار قدرة النموذج على محاكاة اعدادات توازن الماء بشكل كبير ، وسيركز على المواجهات بين القيم التي لوحظها النموذج ومحاكاتها باستخدام طريقة إحصائية مثل الانحدار الخطي.

الملاحظات التي تمت أثناء التجربة على محاصيل الفلفل المعنية :

- احتياطي مياه الارض.

- الغطاء النباتي.

- الكتلة الحيوية الهوائية .

يبدو أن دراسة المواجهات بين القيم المرصودة والمحاكاة لاحتياطيات مياه التربة وغطاء المظلة والكتلة الحيوية الهوائية تظهر أن نموذج *اكوة كروب* يعيد القيم الحقلية بشكل كبير.

**الكلمات المفتاحية:** المحاكاة ، *اكوة كروب* ، الفلفل ، التوازن المائي ، الاحتياطي المائي ، الغطاء النباتي ، الكتلة الحيوية الهوائية.