



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

École Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département : Génie Rural

القسم : الهندسة الريفية

Spécialité : Science de l'eau

تخصص : علم المياه

Mémoire De Fin D'étude

Pour L'obtention Du Diplôme Master

THEME

**Performances du modèle agronomique STICS dans le
diagnostic d'un essai sur courgette sous serre sous l'effet de
paillages plastiques**

Réalisé par : ALOUI Sara Baya BACHIR Meriem

Soutenu le : 19/10/2022

Jury :

Président : M^{me} CHEKIRED Fatma Zohra

Maitre de conférences ENSA

Promoteur : M. SELLAM Fouad- E.N.S.A.

Maitre-assistant ENSA

Examineur : M^{me} LARFI Bouchra

Maitre-assistant ENSA

Examineur : M. DELLI Reda

Maitre de conférences ENSA

Promotion : 2017/2022

TABLE DE MATIERES

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Liste des annexes	
Introduction générale	1

PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I LA CULTURE DE COURGETTE	3
I.1 IMPORTANCE ET PLACE ECONOMIQUE	3
I.2 DESCRIPTION	4
I.2.1 Les stades phénologiques	4
I.2.2 Les exigences de la courgette.....	6
I.2.2.1 Besoins en eau	6
I.2.2.2 Températures	6
I.2.2.3 Sols.....	6
I.2.2.4 Salinité et pH.....	6
I.2.2.5 Fertilisation	6
II LES TECHNIQUES CULTURALES : LE PAILLAGE.....	7
II.1 DEFINITIONS : PAILLIS OU MULCH.....	7
II.2 TYPES DE PAILLIS	7
II.2.1 Paillis Organiques et inorganiques	7
II.2.1.1 Le paillis organique	7
II.2.1.2 Le paillis inorganique.....	8
II.2.2 Paillis naturels et synthétiques	8
II.3 IMPACTS DU PAILLAGE.....	9
II.3.1 Sur l'humidité du sol	9
II.3.2 Sur la température du sol	9
II.3.3 Sur le rendement des cultures.....	9
II.4 AVANTAGES ET INCONVENIENTS DU PAILLAGE	10
II.5 EXEMPLES D'UTILISATION DU PAILLAGE POUR LA CULTURE DE COURGETTE	10
III LE SYSTEME SOL-PLANTE –ATMOSPHERE (SPAC)	12
III.1 INTRODUCTION.....	12
III.2 TRANSPERT D'EAU DANS LE SPAC	12
III.2.1 Introduction : Le cycle de l'eau	12

III.2.2 Notion de bilan hydrique	13
III.2.3 Le mouvement de l'eau dans le SPAC	13
III.2.3.1 La teneur en eau du sol	14
III.2.3.2 Notion de profil hydrique	14
III.2.3.3 Réserve en eau du sol	15
III.2.4 Notions d'évapotranspiration	15
III.2.5 Les modèles de simulation des cultures : les modèles agronomiques	16
III.2.5.1 Introduction	16
III.2.5.2 Présentation de quelques modèles agronomiques.....	16
III.2.5.3 Importance des modèles de culture en agriculture.....	19

PARTIE II : MATERIELS ET METHODES

I INTRODUCTION : EXPOSE DES MOTIFS ET DES OBJECTIFS DU TRAVAIL	20
II DESCRIPTION DES ESSAIS EXPERIMENTAUX D'ETUDE	21
II.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE DU SITE	21
II.2 APERCU CLIMATIQUE DU SITE.....	21
II.2.1 Les températures de l'air	22
II.2.2 Les précipitations et les évapotranspirations potentielles ETP	24
II.2.3 Le diagramme Ombrothermique	26
II.2.4 Indice de sécheresse RDI.....	27
II.3 CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES DE LA PARCELLE D'ETUDE.....	28
II.4 DESCRIPTIONS DES PROTOCOLES DES ESSAIS	29
II.4.1 Protocole essai 1999 (Belkacemi K. et Houbani H., INA 1999).....	29
II.4.1.1 Dispositif d'essai	29
II.4.1.2 Itinéraire technique	30
II.4.1.3 Protocole des mesures effectuées.....	31
II.4.2 Protocole essai 2000 (Zerrouati F. , INA 2000)	32
II.4.2.1 Dispositif d'essai	32
II.4.2.2 Itinéraire technique	33
II.4.2.3 Protocole des mesures effectuées.....	34
II.5 PRESENTATION DU MATERIEL VEGETAL ETUDIE.....	35
II.6 DESCRIPTIONS DES METHODES ET OUTILS UTILISES	37
II.6.1 Introduction	37
II.6.2 Programme de calcul de l'ETP Penman Monteith : ETPcal.....	37
II.6.3 Programme de calcul de l'indice de sécheresse RDI : DrinC	38
II.6.3.1 Introduction.....	38

II.6.3.2 Gestion des fichiers et exécution du programme	40
II.6.4 Programme statistique Anova : Dsaasat	43
II.6.4.1 Introduction.....	43
II.6.5 Modèle de simulation des bilans hydriques de cultures : Stics.....	45
II.6.5.1 Introduction.....	45
II.6.5.2 Environnement et structure du modèle.....	45
II.6.5.3 Les entrées du modèle.....	47
II.6.5.4 L'option pré calage des indices foliaires LAI.....	51
II.6.5.5 La configuration des simulations : le fichier USM (Unité de Simulation du Modèle).....	53
II.6.5.6 Les sorties du modèle Stics	55

PARTIE 3 : RESULTATS ET DISCUSSIONS

I INTRODUCTION : OBJECTIFS DU TRAVAIL	57
II ESSAI 1999 (BELKACEMI K. & HOUBANI H. , 1999)	57
II.1 Conditions climatiques expérimentales :.....	57
II.1.1 Les températures moyennes de l'air :.....	57
II.1.2 Les évaporations du Bac Class A :.....	58
II.1.3 Les évapotranspirations potentielles ETP_Penman Monteith	59
II.2 Simulations par modèle Stics de l'essai 1999.....	60
II.2.1 La réserve en eau du sol :.....	61
II.2.2 Evapotranspirations réelles :.....	62
II.2.3 Croissances, rendements et indices foliaires :	64
II.2.4 Confrontation entre le sol nu et sol paillé :.....	65
II.2.5 Tableau synthétique des bilans	69
II.3 SIMULATIONS DES SCENARIOS D'IRRIGATION :.....	69
II.3.1 Introduction :	69
II.3.2 Réserves en eau du sol	70
II.3.3 Tableau synthétique des bilans	72
III ESSAI 2000 (ZEROUATI F. , 2000)	73
III.1 CONDITIONS CLIMATIQUES EXPERIMENTALES.....	73
III.1.1 Les températures moyennes de l'air :.....	74
III.1.2 Les évaporations du Bac Class A :.....	75
III.1.3 Les évapotranspirations potentielles <i>ETP_Penman Monteith</i> :	75
III.2 SIMULATIONS PAR MODELE STICS DE L'ESSAI 2000 :	77
III.2.1 Réserves en eau du sol :.....	77
III.2.2 Evapotranspirations réelles :.....	78

III.2.3 Croissances, rendements et indices foliaires :.....	80
III.2.4 Confrontation entre sol paillé et sol nu non paillé :.....	81
III.2.5 Tableau synthétique des bilans :	84
III.3 SIMULATIONS DE SCENARIOS D'IRRIGATION :.....	85
III.3.1 Introduction.....	85
III.3.2 Réserves en eau du sol :	85
III.3.3 Tableau synthétique des bilans :	88
IV. ANALYSES STATISTIQUES	89
IV.1 INTRODUCTION	89
IV.2 CONFRONTATION VALEURS MESUREES ET SIMULEES PAR STICS.....	89
IV.2.1 Réserves en eau du sol.....	89
IV.2.2 Rendements.....	90
IV.3 ANALYSES DES EFFETS DU MULCH : ANOVA.....	90
Conclusion générale	93
Résumés	
Liste de références	
Annexes	

RESUME

L'objectif de ce travail vise à évaluer la performance du modèle agronomique STICS à simuler la variation de l'eau disponible dans le sol ainsi que le développement et la croissance de la culture de la courgette (*cucurbita pepo*) sous serre en présence de la technique du paillage plastique noir.

Afin d'atteindre cet objectif, un jeu de données de deux essais a été utilisé pour alimenter le modèle, réalisé par *Houbani Hizia et Belkacemi Kahina* et par *Zerouati Farida* dans les années 1999 et 2000 effectués au sein de la station expérimentale de l'INA.

Le choix de ce modèle s'est basé sur le critère de la robustesse et de sa capacité à étudier un large éventail de culture en s'appuyant essentiellement sur des données pédoclimatiques et des itinéraires techniques pour faire sortir plusieurs paramètres permettant d'établir les bilans de masses.

C'est un modèle générique qui a pour objectif de simuler les effets naturelle ou innovante (le mulch à titre d'exemple) liées au système sol-plante-atmosphère sur la production et le comportement de la culture. Grâce à sa capacité de prédiction, le modèle permis ainsi de réaliser des scénarios prospectifs pour des paramètres en relations avec les itinéraires techniques de la culture.

Les résultats de simulations qui ont été orientées essentiellement de façon à mettre en évidence les variations de la réserve en eau du sol, donc d'établir le bilan d'eau, ont montré que le modèle en présence du paillage plastique simule parfaitement les réserves en eau du sol, mais présente toutefois des écarts assez importants de rendement d'où la nécessité d'élaborer d'autre travaux de recherche afin d'améliorer la capacité de simulation du modèle et le rendre plus performant.

Mots clé : *STICS, Courgette, Cucurbita pepo, Bilan hydrique, Paillage, Modélisation*

ABSTRACT

The objective of this work is to evaluate the performance of the agronomic model STICS in simulating the variation of amount of water in the soil as well as the development and growth of the Zucchini (*Cucurbita pepo*) crop in the greenhouse in the presence of the black plastic mulching technique.

In order to achieve this objective, a data set of two yrails were used the model, carried out by *Houbani Hizia and Belkacemi Kahina* and by *Zerouati Farida* in the years 1999 and 2000 at the experimental station of INA.

The choice of this model was based on the criterion of its robustness and its capacity to study a wide range of crops by relying essentially on pedoclimatic data and technical itineraries to bring out several parameters allowing the establishment of mass balances.

It is a generic model that aims to simulate the natural or innovative effects (e.g. mulch) of the soil-plant-atmosphere system on crop production and behaviour. Thanks to its predictive capacity, the model can be used to create prospective scenarios for parameters related to the crop's technical itineraries.

The results of the simulations, which were essentially oriented towards highlighting the variations in soil water reserves, and thus establishing the water balance, showed that the model in the presence of plastic mulch simulates soil water reserves perfectly, but still presents fairly significant differences in yield, so it must be necessary to develop further research in order to improve the simulation capacity of the model and make it more efficient.

Key words: STICS, Zucchini, Cucurbita pepo, Water balance, Mulching, Modelling

ملخص

الهدف من هذا العمل هو تقييم أداء النموذج الزراعي STICS لمحاكاة تباين المياه المتوفرة في التربة وكذلك تطور ونمو محصول الكوسة (*cucurbita pepo*) في البيوت البلاستيكية في ظل وجود تقنية التغطية البلاستيكية السوداء. من اجل تحقيق هذا الهدف، تم استخدام مجموعة بيانات من اختبارين لتغذية النموذج، أجراها هوباني حزية وبلقاسمي كاهينا وزرواتي فريدة في عامي 1999 و 2000 على التوالي في المحطة التجريبية للمعهد الوطني للفلاحة. واستند اختيار هذا النموذج إلى معيار المتانة وقدرته على دراسة مجموعة واسعة من المحاصيل، معتمداً أساساً على البيانات المناخية والطرق التقنية لإخراج العديد من المعلومات التي تجعل من الممكن انشاء موازين الكتلة. انه نموذج عام يهدف إلى محاكاة التأثيرات الطبيعية أو المبتكرة (المهاد كمثال) المتعلقة بنظام التربة والنبات والغلاف الجوي على إنتاج وسلوك المحصول. بفضل قدرته التنبؤية، يمكن للنموذج إنشاء سيناريوهات محتملة للمعايير المتعلقة بالمسارات التقنية للمحصول.

أظهرت نتائج المحاكاة، التي تم توجيهها بشكل أساسي لإظهار الاختلافات في احتياطي مياه التربة، وبالتالي لإنشاء التوازن المائي، أظهر أن النموذج في وجود الغطاء البلاستيكي يحاكي بشكل مثالي احتياطي مياه التربة، ولكنه مع ذلك يقدم اختلافات كبيرة الى حد ما في الأداء، ومن هنا تأتي الحاجة إلى تطوير المزيد من الابحاث لتحسين قدرة محاكاة النموذج وجعله أكثر كفاءة.

الكلمات الرئيسية: STICS, *Cucurbita pepo*, Zucchini, توازن الماء, المهاد, النمذجة.