



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTRE 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 De Master en Agronomie

THEME

Etudes des phénomènes de sécheresse climatique et leurs impacts sur la disponibilité en eau et les rendements d'une culture de blé

Présenté Par : **Mohammedi serine**

Soutenu Publiquement le : 29 /09/2021

Devant le jury composé de :

Mémoire dirigé par :

M.SELLAM F.

Maitre-assistant, ENSA

Président :

M. MEKLCHE A.

Professeur, ENSA

Examineurs :

M. CHABACA N.

Professeur, ENSA

M. MANSOURI D

Maitre-assistant, ENSA

Promotion : 2018/2021

Table des Matières

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction général.....	1
Partie 1 Synthèse bibliographique	3
CHAPITRE I : LA CULTURE DU BLE	3
I.1 Origine et importance du blé	3
1. Origine	3
1.1. Etymologie	3
1.2 Origine géographique	3
1.3 Origine génétique	4
2. Importance dans le monde.....	5
3. Importance en Algérie.....	7
1 Production céréalière en Algérie	8
II.2 CROISSANCE ET DEVELOPPEMENT DE LA CULTURE DU BLE	8
II.1. Le cycle biologique du blé	8
II.1.1. .La période végétative.....	8
II.1.2. .La période reproductrice	8
II.1.3. .La période de maturation.....	8
III.3 SITUATION ACTUELLE DE LA CULTURE DU BLE EN ALGERIE.	10
CHAPITRE II : LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	12
I. INTRODUCTION SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	12
1 PROBLEMATIQUE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE	12
II. INDICATEURS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	13
III. IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	14
CHAPITRE III : L'APPORT DE LA MODELISATION	15
III.1.- INTRODUCTION SUR LA MODELISATION EN AGRICULTURE.....	15
III.2.- LES FONDEMENTS DES MODELES DE BILAN HYDRIQUE DES CULTURES.....	16
III.2.1 Système.....	16
III.2.2 Modèle	17
III.2.3 Variables et paramètres.....	17

III.2.4 Module.....	17
III.2.5 le fonctionnement de modèle de culture.....	17
III.3.- HISTORIQUE DES MODELES DE BILAN HYDRIQUE DES CULTURES.....	17
1. Chronologie de développement des modèles des cultures.....	18
III.4.- EXPOSE DE TRAVAUX DE MODELISATION EN AGRONOMIE	19

PARTIE 2 Matériels et Méthodes.....	
CHAPITRE I : EXPOSES DES MOTIFS ET OBJECTIFS D'ETUDE.....	21
CHAPITRE II : DESCRIPTION DU PROTOCOLE D'ETUDE.....	22
II.2.- PRESENTATION DES ZONES D'ETUDE	22
II.2.1.- Motifs de choix des trois zones d'études	22
II.2.2.- Région de Bordj Bou Arréridj.....	23
II.2.2.1.- Situation géographique et principales activités agricoles.....	23
II.2.2.2. - Tendances climatiques	24
II.2.2.2.1.- Statistiques descriptives.....	24
II.2.2.2.2.- Les températures de l'air Min, Max et Moy.....	25
a.- Variations des valeurs moyennes mensuelles	25
b.- Variations inter annuelles	26
II.2.2.2.3.- Les pluies et ETP	27
a.- Variations des valeurs moyennes mensuelles	27
b.- Variations inter annuelles	27
II.2.2.2.4.- Le diagramme ombrothermique	28
II.2.2.2.5.- Indices de sécheresse	29
II.2.2.- Région de Chlef.....	31
II.2.2.1.- Situation géographique et principales activités agricoles.....	31
II.2.2.2.- Tendances climatiques	32
II.2.2.2.1.- Statistiques descriptives.....	32
II.2.2.2.2.- Les températures de l'air Min, Max et Moy.....	33
a.- Variations des valeurs moyennes mensuelles	33
b.- Variations inter annuelles	34
II.2.2.2.3.- Les pluies et ETP	35
a.- Variations des valeurs moyennes mensuelles	35
b.- Variations inter annuelles	35
II.2.2.2.4.- Le diagramme ombrothermique	36
II.2.2.2.5.- Indices de sécheresse	37
II.2.2.- Région d'El Goléa.....	39
II.2.2.1.- Situation géographique et principales activités agricoles.....	39
II.2.2.2.- Tendances climatiques	40
II.2.2.2.1.- Statistiques descriptives.....	40
II.2.2.2.2.- Les températures de l'air Min, Max et Moy.....	41
a.- Variations des valeurs moyennes mensuelles	41
b.- Variations inter annuelles.....	41
II.2.2.2.3.- Les pluies et ETP	42
a.- Variations des valeurs moyennes mensuelles	42

b.-Variations inter annuelles	43
II.2.2.2.4.- Le diagramme ombrothermique	44
II.2.2.2.5.- Indices de sécheresse.....	45
CHAPITRE III : METHODES ET OUTILS UTILISEES	47
III.1.- INTRODUCTION.....	47
III.2.- PROGRAMME DE CALCUL DE L'ETP PENMAN – MONTEITH : ETPcal	48
III.3.- PROGRAMME DE CALCUL DES INDICES DE SECHERESSE : DrinC	48
III.4.- PROGRAMME DE CALCUL DES ANALYSES FREQUENTIELLES : Rainbow	52
III.5.- PROGRAMME DE CALCUL DES CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES	54
III.6.- PROGRAMME DE SIMULATIONS DES BILANS HYDRIQUES DES CULTURES.....	55
Le modèle Stics.....	55
III.6.1.- Introduction	55
III.6.1.- Les fichiers d'entrées	56
III.6.1.1.- Structure des fichiers d'entrée	56
III.6.1.2.- Le climat	57
III.6.1.3.- Les sols	58
III.6.1.4.- Les Itinéraires techniques culturaux.....	60
III.6.2.- Les fichiers de sorties.....	63
III.6.2.1.- Fichier USM : Conditions d'exécution du modèle Stics	63
III.6.2.2.- Les sorties du modèle Stics.....	63
PARTIE 3 : Résultats et Discussions	
I.- INTRODUCTION	65
II.- CONDITIONS CLIMATIQUES DES SIMULATIONS	66
II.1.- Région de Bordj Bou Arréridj	66
II.1.1.- Les températures de l'air	66
II.1.2.- Les pluies et ETP.....	67
II.2.- Région de Chlef	67
II.2.1.- Les températures de l'air.....	67
II.1.2.- Les pluies et ETP	69
II.3.- Région de El Goléa	70
II.3.1.- Les températures de l'air.....	70
II.3.2.- Les pluies et ETP	71
III.- RESULTATS DES SIMULATIONS DES ITINERAIRES DU BLE	71
III.1.- Région de Bordj Bou Arréridj (<i>Echantillon N° 1</i>).....	71
III.1.1.- Bilan global (cycle de la culture).....	71

III.1.2.- Variations journalières.....	72
III.1.2.1.- de la réserve en eau du sol	72
III.1.2.2.- des évapotranspirations	73
III.2.- Région de Chlef (Echantillon N° 1-Boukadir & Chettia).....	73
III.2.1.- Bilan global (cycle de la culture)	73
III.2.2.- Variations journalières.....	74
III.2.2.1.- des réserves en eau du sol	74
III.2.2.2.- des évapotranspirations	75
III.3.- Région d’El Goléa (<i>Echantillon El Goléa</i>).....	76
III.3.1.- Bilan global (cycle de la culture)	76
III.3.2.- Variations journalières.....	77
III.3.2.1.- des réserves en eau du sol	77
III.3.2.2.- des évapotranspirations	77
IV.- SIMULATIONS PLURIANNUELLES.....	78
IV.1.- Introduction	78
IV.2.- Résultats des simulations pluri annuelles.....	79
IV.2.1.- Région de Bordj Bou Arréridj.....	79
IV.2.2.- Région de Chlef.....	83
IV.2.3.- Région de El Goléa	87
CONCLUSION Générale	92
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES	94
ANNEXES.....	99
RESUMES	109

Résumé

Ce travail s'inscrit dans une perspective, qui vise à étudier à travers une série de données climatiques, la variation d'eau disponible, pour la culture de blé dur durant son cycle, à l'échelle de trois régions en Algérie (Bordj-bou Arréridj, Chéelif, El-Golea), et le recours à l'irrigation de complément par la détection des phénomènes de sécheresse. On utilise le bilan hydrique du sol (qui dépend particulièrement des conditions pédoclimatiques) comme indicateur de stress hydrique. Celui-ci permet une modélisation simple (à l'échelle de la parcelle) de l'évolution hydrique du sol et de la plante au cours du temps et permet d'étudier des scénarii alternatifs pour aider à établir une meilleure gestion de l'irrigation dans le milieu « sol – plante – atmosphère » et assure une durabilité des systèmes.

C'est ainsi que nous avons simulé les bilans hydriques à l'aide du modèle de simulation de développement des cultures STICS, qui est conçu comme un outil de simulation opérationnel en conditions agricoles. C'est un modèle générique dont l'objectif principal est de simuler les effets liés au climat, au sol et à la plante, sur la production et sur l'environnement, afin d'évaluer l'impact du changement climatique sur le rendement de blé dur.

Les résultats de simulation par le modèle STICS montre que pour les bilans hydriques les évapotranspirations sont supérieures aux apports en eau, par ailleurs les résultats des rendements estimés par le même modèle montre une non corrélation entre les apports en eau et les rendements, d'où la nécessité d'approfondir les recherches scientifiques sur le développement du modèle de bilan hydrique de culture afin de valider le modèle et le rendre plus opérationnelle.

Mots Clés : changement climatique, STICS, simulation, bilan hydrique, le rendement de blé dur.

Abstract

This work is part of a perspective, that aims to study, through a series of climatic data, the variation of available water, for the cultivation of durum wheat during its cycle, on a scale of three regions in Algeria (Bordj-bou Arréridj, Chéelif, El-Golea), and the use of complementary irrigation by the detection of drought phenomena. The soil water balance (which is particularly dependent on pedoclimatic conditions) is used as an indicator of water stress and allows simple modeling on a plot scale of soil and plant water evolution over time. Studies of alternative scenarios to help establish better irrigation management in the "soil - plant - atmosphere" environment and ensure sustainability of systems.

Therefore, we simulated water balances using the crop development simulation model STICS, which is designed as an operational simulation tool in agricultural conditions. It is a generic model whose main objective is to simulate the effects of climate, soil and the

plant, on production and on the environment, to assess the impact of climate change on the performance of durum wheat.

The results of simulation by the STICS model, show that for water balances, evapotranspiration is greater than water input, for the results of the yields estimated by the same model show a non-correlation between water inputs and yields, hence the need for further scientific research on the development of crop water balance models in order to validate the model and make it more operational.

Keywords: climate change, STICS, simulation, water balance, durum wheat yield.

المخلص

هذا العمل هو جزء من المنظور، الذي يهدف إلى دراسة من خلال سلسلة من البيانات المناخية، وتغييرات المياه المتاحة لزراعة الزمخ الصلب خلال موسم الزراعي، تشمل ثلاثة مناطق في الجزائر (برج بوعريريج" الشلف" المنيعه)، وذلك بالرجوع الى الري التكميلي في حالة وجود الجفاف. استخدام التوازن الماء في التربة كمؤشر للإجهاد المائي يسمح بصنع نماذج بسيطة لتطور المياه في التربة والنباتات مع مرور الوقت ويتيح الفرصة لدراسات سيناريوهات بديلة للمساعدة في إنشاء إدارة أفضل للري في نضام "التربة-النبات-جو" وضمان استدامته.

وذلك باستخدام نموذج محاكاة نمو المحاصيل الزراعية STICS، والذي تم تصميمه كأداة محاكاة عملية في الظروف الزراعية. وهو نموذج عام هدفه الرئيسي هو محاكاة تأثيرات المناخ والتربة والنبات، على الإنتاج وعلى البيئة، لتقييم تأثير تغير المناخ على مردود القمح الصلب.

تبين نتائج المحاكاة بنموذج STICS أن موازين تبخر المياه أكبر من إمدادات المياه، وفيما يتعلق بالمحاصيل فإن النموذج يظهر عدم وجود علاقة بين المحاصيل و امدادات المياه، ومن هنا تأتي الحاجة إلى المزيد من البحوث العلمية بشأن تطوير نماذج توازن مياه المحاصيل من أجل التحقق من صحة النموذج وجعله أكثر استعمال.

الكلمات المفتاح: تغير المناخ، المحاكاة، توازن الماء، مردود القمح الصلب ، STICS