



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 SUPERIEURE AGRONOMIQUE

DEPARTEMENT : GENIE RURAL

SPECIALITE : SCIENCE DE L'EAU

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

القسم : الهندسة الريفية

التخصص : علم المياه

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme Master

*THEME*

**Etude de l'impact des changements climatiques sur la croissance et le rendement de la culture du blé à l'aide d'un modèle agronomique dans la région de la Mitidja.**

Présenté Par : **DJIAR LOUIZA FARAH**  
**MEBARKIA MAROUA**

Soutenu Publiquement le : **17/09/2023**

Devant le jury composé de :

**Président : M. MOUHOUCHE B. (PROFESSEUR - ENSA)**  
**Promoteur : M. SELLAM F. (MAITRE - ASSISTANT - ENSA)**  
**Examineurs : Mme. BOURAS F.Z. (MAITRE - CONFERENCE B - ENSA)**  
**Mme. LARFI K.B. (MAITRE - ASSISTANTE - ENSA)**  
**Invité : Mme. LOUNIS A. (DOCTORANTE - ENSA)**

Promotion 2018-2023

# SOMMAIRE

**REMERCIEMENT**

**DEDICACES**

**LISTE DES ABREVIATIONS**

**LISTE DES FIGURES**

**LISTE DES TABLEAUX**

**LISTE DES EQUATIONS**

<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>1</b>
<b>PARTIE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....</b>	<b>5</b>
<b>I. LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES .....</b>	<b>5</b>
I.1. INTRODUCTION .....	5
I.2. INDICATEURS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES .....	6
I.2.1. L'augmentation de la température de surface sur la Terre.....	6
I.2.2. La température des océans .....	6
I.2.3. La réduction de la surface des glaces océaniques arctiques.....	6
I.2.4. Le recul des glaciers continentaux .....	6
I.2.5. Les calottes polaires de l'Antarctique et du Groenland .....	6
I.2.6. Le niveau moyen des océans.....	6
I.2.7. Les indicateurs biologiques.....	7
I.3. LES FACTEURS D'ÉVOLUTION DU CLIMAT .....	7
I.3.1. L'effet de serre .....	8
I.4. IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES .....	9
I.4.1. Impacts observés sur le climat .....	9
I.4.1.1. Températures.....	9
I.4.1.2. Précipitations.....	10
I.4.1.3. Fonte des glaces .....	10
I.4.1.4. Niveaux des eaux .....	10
I.4.1.5. Événements extrêmes.....	10
I.4.2. Des impacts sur les milieux aquatiques et leur biodiversité .....	10
I.4.3. Des impacts sur la santé et la sécurité.....	11
I.4.4. Des impacts sur les usages de l'eau .....	11
<b>II. BILANS HYDRIQUES ET CROISSANCE DES CULTURES.....</b>	<b>11</b>

II.1. INTRODUCTION .....	11
II.2. OBJECTIFS DES BILANS HYDRIQUES.....	12
II.3. EQUATION DU BILAN HYDRIQUE.....	12
II.4. EVALUATION ET ESTIMATION DES TERMES DU BILAN HYDRIQUE.....	14
II.4.1. Précipitations .....	14
II.4.2. Evapotranspiration potentielle (ETP) .....	14
II.4.3. Evapotranspiration réelle (ETR).....	15
II.4.4. Irrigation et écoulement superficiel .....	15
<b>III. MODELISATION DES BILANS HYDRIQUES DES CULTURES .....</b>	<b>15</b>
III.1. INTRODUCTION.....	15
III.2. PRINCIPES DE LA MODELISATION DES BILANS HYDRIQUES.....	16
III.3. BUTS DE LA MODELISATION DES BILANS HYDRIQUES.....	17
<b>IV. LA CEREAUCULTURE EN ALGERIE .....</b>	<b>17</b>
IV.1. INTRODUCTION .....	17
IV.2. CARACTERISTIQUES DE LA PLANTE.....	17
IV.2.1. Le système racinaire.....	17
IV.2.2. La tige .....	18
IV.2.3. Les feuilles .....	18
IV.2.4. L'épi du blé .....	18
IV.2.5. Le grain de blé.....	19
IV.3. LES EXIGENCES AGRO – ECOLOGIQUES DE LA PLANTE.....	20
IV.3.1. Exigences climatiques.....	20
IV.3.1.1. La température .....	20
IV.3.1.2. Les besoins en eau.....	20
IV.3.1.3. La lumière .....	21
IV.3.2. Exigences édaphiques .....	21
IV.3.3. Exigences en éléments fertilisants .....	21
IV.4. ITINERAIRES TECHNIQUES DE LA CULTURE DE BLE.....	22
IV.4.1. Le précédent cultural.....	22
IV.4.2. Le travail du sol.....	22
IV.4.3. Installation de la culture.....	22
IV.4.3.1. Date de semis .....	22
IV.4.3.2. Profondeur de semis.....	23
IV.4.3.3. Le mode de semis.....	23
IV.4.4. La fertilisation du fond.....	23
IV.4.5. Le semis .....	23
IV.4.6. La fertilisation azotée.....	23
IV.4.7. La lutte contre les mauvaises herbes et maladies.....	24
IV.4.8. L'irrigation .....	24
IV.4.9. La récolte.....	24
IV.5. SITUATION DE LA CULTURE DU BLE EN ALGERIE .....	25
IV.5.1. La production céréalière en Algérie.....	25
IV.5.2. Les zones de production.....	27
<b>PARTIE II : MATERIELS ET METHODES .....</b>	<b>29</b>

<b>I. INTRODUCTION : OBJECTIFS DU TRAVAIL</b> .....	29
<b>II. PRESENTATION DE LA BASE DE DONNEES D'ETUDE</b> .....	29
II.1. INTRODUCTION .....	29
II.2. APERCU CLIMATIQUE.....	29
II.2.1. Les températures de l'air .....	31
II.2.1.1. Variations mensuelles .....	31
II.2.1.2. Variations interannuelles .....	32
II.2.2. Les pluies et évapotranspirations potentielles ETP .....	33
II.2.2.1. Variations mensuelles.....	33
II.2.2.2. Variations interannuelles .....	34
II.2.3. Le diagramme ombrothermique .....	35
II.2.4. Les indices de sécheresse.....	35
II.2.5. Homogénéisation des précipitations et tests de ruptures .....	37
II.2.5. Caractéristiques pédologiques .....	39
II.2.6. Présentation de la culture du blé dur .....	41
II.2.6.1. Conduites et itinéraires techniques .....	41
II.2.6.2. Rendements .....	43
<b>III. OUTILS UTILISES</b> .....	44
III.1. ANALYSES CLIMATIQUES .....	44
III.1.1. Calcul de l'ETP Penman Monteith : Programme ETPcal .....	44
III.1.2. Estimation des caractéristiques hydrodynamiques des sols : Equations PedoTransfer .....	45
III.1.3. Calcul des indices de sécheresse : Programme DrinC .....	46
III.1.3.1. Introduction .....	46
III.1.3.2. Gestion des fichiers et exécution du programme .....	48
III.1.4. Simulations des bilans hydriques et croissance de la culture : le modèle Stics ...	51
III.1.4.1. Introduction sur le modèle Stics.....	51
III.1.4.2. Les principes de fonctionnement.....	52
III.1.4.3. Structure modulaire du modèle Stics .....	53
III.1.4.4. Les données du modèle Stics .....	53
III.1.4.5. Les entrées du modèle Stics .....	55
III.1.4.5.1. Les paramètres généraux .....	55
III.1.4.5.2. Les données " sol " .....	55
III.1.4.5.3. Les données "plante" .....	56
III.1.4.5.4. Données "techniques culturales " .....	57
III.1.4.5.5. Données climatiques .....	58
III.1.4.5.6. Autres spécifications d'entrée Stics .....	59
III.1.4.6. La configuration du lancement du modèle STICS .....	62

III.1.4.7. Les sorties du modèle .....	62
<b>PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS</b> .....	66
<b>I. INTRODUCTION : OBJECTIFS D'ETUDE</b> .....	66
<b>II. CONDITIONS CLIMATIQUES DURANT LE CYCLE VEGETATIF</b> .....	66
II.1. VARIATIONS DES TEMPERATURES DE L'AIR .....	67
II.2. VARIATIONS DES PLUIES ET DES EVAPOTRANSPIRATIONS POTENTIELLES .....	69
II.3. CLASSIFICATION DES PERIODES HIVERNALE ET PRINTANIERE SELON L'INDICE DE SECHERESSE PLUVIOMETRIQUE SPI .....	70
<b>III. BILANS GLOBAUX</b> .....	72
III.1. INTRODUCTION .....	72
III.2. VARIATIONS INTER ANNUELLES DES BILANS D'EAU .....	72
III.2.1. Scénario mode " pluvial " .....	73
III.2.1.1. Bilan d'eau .....	73
III.2.1.2. Biomasse, rendement et efficacités .....	75
III.2.2. Scénario mode " irrigations automatiques " .....	77
III.2.2.1. Introduction .....	77
III.2.2.2. Bilan d'eau .....	77
III.2.2.3. Biomasse, rendement et efficacités .....	79
III.2.3. Scénario mode " Irrigations ITGC " .....	81
III.2.3.1. Introduction .....	81
III.2.3.2. Bilan d'eau .....	81
III.2.3.3. Biomasse, rendement et efficacités .....	83
III.3. COMPARAISON ENTRE LES TROIS SCENARII .....	85
<b>IV. VARIATIONS JOURNALIERES</b> .....	89
IV.1. Campagne sèche 2001 – 2002 .....	89
IV.1. Campagne humide 1973 - 1974 .....	91
<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	95
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	100
<b>LISTE DES ANNEXES</b> .....	105
<b>RESUME</b> .....	114

---

## RESUME

---

Cette étude se concentre sur l'impact des changements climatiques sur la croissance et le rendement de la culture de blé dur à la base d'une série climatiques journalières de cinquante-quatre années (54) allant de 1968 à 2022, en utilisant un modèle agronomique comme outil d'analyse. Les changements climatiques, tels que l'augmentation des températures et les modifications des régimes de précipitations, ont un effet significatif sur les cultures et les rendements agricoles. La culture de blé dur est particulièrement vulnérable à ces variations climatiques. Afin d'évaluer les conséquences de ces changements, le modèle agronomique STICS est utilisé pour simuler les réponses du blé dur aux variations climatiques, en prenant en compte les interactions entre les facteurs climatiques, les processus biologiques des plantes, les pratiques agricoles et les caractéristiques du sol. Les résultats obtenus fournissent des informations précieuses pour guider les décisions agronomiques et formuler des stratégies d'adaptation face aux changements climatiques. Cette étude met en évidence l'importance d'adopter une approche intégrée pour évaluer et atténuer les effets des changements climatiques sur l'agriculture, afin d'assurer la durabilité et la sécurité alimentaire dans un contexte climatique changeant.

**Mots clés:** changement climatique, STICS, simulation, la croissance et le rendement de la culture du blé dur.

## ABSTRACT

This study focuses on the impact of climate change on the growth and yield of durum wheat using an agronomic model as an analytical tool. Climate change, including rising temperatures and shifts in precipitation patterns, has a significant effect on crops and agricultural yields. Durum wheat is particularly vulnerable to these climate variations. To assess the consequences of these changes, the agronomic model STICS is used to simulate the responses of durum wheat to climate variations, taking into account the interactions between climate factors, plant biological processes, agricultural practices, and soil characteristics. The obtained results provide valuable insights to guide agronomic decisions and formulate adaptation strategies in the face of climate change. This study highlights the

importance of adopting an integrated approach to assess and mitigate the effects of climate change on agriculture, ensuring sustainability and food security in a changing climate context.

**Key words:** climate change, STICS, simulation, durum wheat growth and yield.

### المخلص

تركز هذه الدراسة على تأثير التغيرات المناخية على نمو وإنتاج محصول القمح الصلب باستخدام نموذج زراعي كأداة تحليلية. يؤثر التغير المناخي، بما في ذلك ارتفاع درجات الحرارة وتغير نمط التساقط المطري، بشكل كبير على المحاصيل والإنتاج الزراعي. يعتبر القمح الصلب عرضة بشكل خاص لهذه التباينات المناخية. لتقييم آثار هذه التغيرات، يتم لمحاكاة استجابة القمح الصلب للتغيرات المناخية، مع STICS استخدام نموذج زراعي مثل مراعاة التفاعلات بين عوامل المناخ والعمليات البيولوجية للنباتات والممارسات الزراعية وخصائص التربة. توفر النتائج الحاصلة رؤى قيمة لتوجيه القرارات الزراعية ووضع استراتيجيات التكيف في مواجهة التغيرات المناخية. تسلط هذه الدراسة الضوء على أهمية اعتماد نهج متكامل لتقييم وتخفيف آثار التغير المناخي على الزراعة، مع ضمان الاستدامة والأمن الغذائي في سياق تغير المناخ

**الكلمات المفتاحية :** التغيرات المناخية، نمو وإنتاج محصول القمح الصلب، المحاكاة،

STICS