



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

**Evaluation de l'efficacité de l'utilisation de l'eau et de l'azote par les systèmes
de cultures associées Pois chiche-Blé dur dans la région de Beida Bordj
(Sétif). Essai de modélisation STICS**

Réalisé par : MALEK Asma

Soutenu le : 16/11/2022

Jury :

Président : M. MOUHOUCHE Brahim

Professeur ENSA

Promoteur : Mme. BOURAS Fatma Zohra

Maitre de conférences classe B, ENSA

Co- promoteur : M. LATATI Mourad

Professeur ENSA

Examineur : M. SELLAM Fouad

Maitre-assistant classe B, ENSA

Examineur : M. DELLI Reda

Maitre de conférences classe B, ENSA

Promotion : 2017/2022

Table des matières

Introduction et problématique.....	1
Chapitre I. Généralités sur les cultures associées.....	5
I.1. Définition et historique :	5
I.2. Types d'associations de cultures :	5
I.3. Les associations légumineuses-céréales :.....	6
I.4. Les avantages de l'association des cultures :	7
I.4.1. Effet sur le rendement et la qualité.....	7
I.4.2. Effet économique	8
I.4.3. Restauration de la fertilité du sol et utilisation efficace de l'eau.....	8
I.4.4. Effet sur les maladies et ravageurs	9
I.4.5. Effet sur les mauvaises herbes	9
I.4.6. Effet sur la stabilité.....	9
I.4.7. Impacts sur l'environnement.....	10
I.5. Inconvénient de l'association des cultures.....	10
I.6. Association légumineuses-céréales et biodisponibilité de l'eau.....	11
I.7. L'efficacité d'acquisition de l'azote	11
Chapitre II : choix des cultures	12
II.1 Généralités sur le blé dur (<i>Triticum Durum.</i>)	12
II.1.1 Origine et historique.....	12
II.1.2 Classification botanique	13
II.1.3 Cycle de développement	13
II.1.4 Les exigences de la plante :	14
II.1.4 L'importance de la culture de blé dur :.....	15
II.1.6. La production du blé dur :	15
II.2 Généralité sur pois chiche (<i>Cicer arietinum L</i>)	17
II.2.1 Historique et origine	17
II.2.2 Classification botanique	18
II.2.3. Cycle de développement	18
II.2.4. Les exigences de la plante	20
II.2.5. Importance de culture de pois chiche	20
II.2.6. La production du pois chiche.....	21
Chapitre III : Étude du Bilan Hydrique	23
III.1. L'eau et son importance pour le végétal	23
III.2. L'efficacité d'acquisition de l'eau	23
III.3. L'acquisition de l'eau par les plantes et l'évaporation.....	23

III.4. Utilisation de l'eau EU et efficacité d'utilisation de l'eau EUE	24
III.5. Type d'association permettant une bonne acquisition d'eau.....	25
III.6. Rapport de surface équivalente (LER)	26
III.7. Le bilan hydrique	26
III.8. Gestion du bilan hydrique	28
III.8.1. Calcul du bilan hydrique	28
III.9. Le profil hydrique	29
III.10. La réserve en eau du sol	30
III.11. Estimation de la réserve en eau	31
Chapitre IV : Modélisation du bilan hydrique.....	32
IV.1. Généralités sur les modèles de simulation des cultures	32
IV.2. Définition des concepts.....	32
IV.3. Aperçu sur les modèles de simulation de culture.....	33
IV.4. Structure générale et typologie des modèles de culture	34
IV.5. Importance des modèles de culture en agriculture.....	34
IV.4. Modélisation du bilan hydrique	35
IV.6. Présentation du modèle STICS	35
IV.6.1. Généralités sur STICS.....	35
IV.6.2. Description de STICS.....	36
IV.6.3. Caractéristiques du modèle STICS	37
IV.6.4. Entrées et les sorties de STICS	37
IV.6.5. Organisation modulaire de STICS	39
IV.6.6. Intérêts et limites du modèle STICS.....	40
I. Le contexte du travail	41
II. Description de l'expérimentation et de la collecte des données.....	41
II.1. Le site expérimental	41
II.2. Caractéristiques pédoclimatiques	42
II.2.1. Tendances climatiques	42
II.2.2. Température.....	43
II.2.3. Précipitation	43
II.2.4. Texture du sol.....	44
III. Mise en place de l'essai	44
III.1. Objectif de l'essai.....	44
III.2. Prélèvement du sol initial	45
III.3. Travail du sol.....	46
III.4. Semis	46

III.5. Le dispositif expérimental	46
III.6. Matériel végétal utilisé	47
III.7. Suivi de la culture	47
IV. Méthodologie des mesures liées au sol	48
IV.1. Suivi de l'humidité du sol	48
IV.2. Outils de suivi de l'humidité	48
IV.3. La densité apparente.....	50
IV.4. L'azote assimilable	50
V. Méthodologie des mesures liées au végétal	50
V.1. Echantillonnage des plants.....	50
VI. Récolte et estimation du rendement	52
VI.1. Les composantes du rendement pour le pois chiche	52
VI.2. Les composantes du rendement pour le blé	53
VII. Dosage de l'azote total.....	53
VIII. Calcul du bilan hydrique et détermination des EUE des cultures	53
VIII.1. Bilan hydrique	53
VIII.2. La détermination du stock d'eau dans le sol (ΔS)	54
VIII.3. Efficience d'utilisation de l'eau pour chaque type de culture.....	55
VIII.4. LER ou rapport de surface équivalente	55
X. Programme de calcul des caractéristiques hydrauliques.....	56
X.1. Equation de PedoTransfert.....	56
XI. Programme de calcul de l'ET ₀ Penman Monteith : ETO Calculator.....	57
XII. Programme de simulation des bilans hydriques et d'azote des cultures : le modèle Stics	58
XII.1. Les fiches d'entrées	59
XII.2. Les fiches de sorties.....	63
I. Conditions climatiques expérimentales.....	65
I.1. Les températures de l'air	65
I.2. Les pluies et évapotranspirations ETP	66
I.3. Propriétés physico-chimiques.....	66
I.4. Caractéristiques hydriques de différents horizons du sol.....	68
II. Evaluation de l'utilisation de l'eau et des efficacités d'utilisation de l'eau par les systèmes de cultures	69
III. Evaluation de l'efficience d'utilisation de l'azote par les systèmes de cultures.....	71
IV. Effet de l'association des cultures sur les rendements et ses composantes	73
IV.1. Variation du rendement des cultures pratiquées	73
IV.2. Variation du Chlorophylle et température des cultures pratiquées	75

IV.3. Variation de LAI des cultures pratiquées	78
IV.4. Variation de protéine et de l'azote des cultures pratiquées	80
V. Utilisation du modèle stics	82
V.1. Resultats des simulations par modele Stics.....	82
Références bibliographiques	97
Annexes.....	111
Résumé.....	125

Résumé

Les associations céréales-légumineuses présentent de nombreux avantages et permettent de répondre aux enjeux de productivité et de durabilité de la production agricole, avec des possibilités de réduire les intrants à travers les mécanismes de la complémentarité et d'améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau pour faire face aux contraintes environnementales de l'agriculture algériennes. Une expérimentation en plein champ a été réalisée à Beida Bordj (Sétif) pour tester l'efficacité d'utilisation des ressources en eau et en azote chez l'association blé dur-pois chiche. Les résultats obtenus ont montré la performance des cultures intercalaires comparativement aux monocultures dans la capacité d'acquisition de l'eau disponible dans le sol, et illustrent le rôle de ces systèmes pour obtenir un meilleur enracinement des cultures particulièrement dans des conditions climatiques défavorables. Le modèle stics a été utilisé pour simulé le bilan d'eau et d'azote. Les résultats obtenus nous permettent d'appeler à l'adoption de la pratique de ces systèmes au sein des filières agronomiques, pour optimiser la production avec une gestion des terres agricoles et des ressources en eau.

Mot clés : blé dur, pois chiche, association des cultures, efficacité d'utilisation de l'eau et de l'azote, modèle stics.

Abstract

Cereal-legume associations have many advantages and make it possible to meet the challenges of productivity and sustainability of agricultural production, with the possibility of reducing inputs through the mechanisms of complementarity and improving the efficiency of use. Water to deal with the environmental constraints of Algerian agriculture. An open-field experiment was carried out in Beida Bordj (Sétif) to test the efficiency of use of water and nitrogen resources in the durum wheat-chickpea association. The results obtained showed the performance of intercropping compared to monocultures in the ability to acquire water available in the soil, and illustrate the role of these systems in obtaining better rooting of crops, particularly in unfavorable climatic conditions. The stics model was used to simulate the water and nitrogen balance. The results obtained allow us to call for the adoption of the practice of these systems within the agronomic sectors, to optimize production with management of agricultural land and water resources.

Keywords : durum wheat, chickpea, crop association, water and nitrogen use efficiency, stics model.

ملخص:

تتمتع الية زراعة الحبوب مع القمح معا بالعديد من المزايا وتجعل من الممكن مواجهة تحديات الإنتاجية واستدامة الإنتاج الزراعي، مع إمكانيات الحد من المدخلات من خلال آليات التكامل وتحسين كفاءة استخدام المياه للتعامل مع القيود البيئية للزراعة الجزئية. تم إجراء تجربة ميدانية في منطقة بيضة برج بمدينة سطيف لاختبار كفاءة استخدام موارد المياه أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أداء المحاصيل المتداخلة والنيتروجين في الية الجمع بين زراعة القمح والحبوب. مقارنة بالزراعات الأحادية في القدرة على الحصول على المياه المتاحة في التربة، وتوضيح دور هذه الأنظمة للحصول على جذور أفضل من المحاصيل خاصة في الظروف المناخية غير المواتية.

تم استخدام نموذج ستيكس لمحاكاة توازن المياه والنيتروجين. نتيج لنا النتائج التي تم الحصول عليها دعوة لاعتماد ممارسة هذه النماذج. هذه الأنظمة في القطاعات الزراعية، لتحسين الإنتاج مع إدارة الأراضي الزراعية وموارد المياه الكلمة المفتاحية: القمح القاسي، الحمص، ارتباط المحاصيل، كفاءة استخدام الماء والنيتروجين، نموذج ستيكس.