

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

Département : Génie rural

Spécialité : Agriculture Numérique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

القسم : الهندسة الريفية

التخصص : الزراعة الرقمية

Mémoire de Fin D'études

Pour l'obtention du diplôme Master

THEME

**Validation du modèle Aquacrop pour la simulation du rendement du blé à
la station expérimentale de Mehdi Boualem (Alger).**

Présenté par : Mlle. ATAMNA Yasmine

Soutenu Publiquement le : 18/12/2025

Devant le jury composé de :

Président :	Mr. SAADAOUI Mohamed	(Professeur – ENSA)
Promoteur :	Mr. LARIBI Abdelkader	(MCA – ENSA)
Co-Promotrice :	Mme. Nour EL HOUDA Abed	(MRB_INRA)
Examineur :	Mr. DELLI Reda	(MCB – ENSA)

Promotion : 2020-2025

Table de matières

Liste de figures.....	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations.....	
Introduction générale.....	1
I. Le blé : importance et exigences agronomiques	4
I.1 Introduction	4
I.2 Description morphologique de la culture du blé.....	4
I.3 Importance socio-économique du blé en Algérie	5
I.4 Les besoins agro-climatiques du blé.....	7
I.5 Facteurs influençant le rendement du blé	8
II. La modélisation agro-environnementale.....	9
II.1 Définitions et principes de base	9
II.2 Limites des modèles	11
III. Le modèle AquaCrop	12
III.1 Historique et développement	12
III.2 Structure et fonctionnement du modèle AquaCrop.....	12
III.3 Paramètres d'entrée.....	13
III.4 Sorties du modèle	14
III.5 Avantages et limites d'AquaCrop dans la modélisation des cultures céréalières	14
III.6 Conclusion	15
II. Matériels et méthodes	17
II.1 Introduction	17
II.2 Présentation de la zone d'étude	17
II.2.1 Facteurs abiotiques du centre de recherche Mehdi Boualem	18
II.2.2 Etudeclimatiques de la station expérimentale de Mehdi Boualem.	18
II.2.3 Diagramme ombrothermique de la région d'étude.....	20
II.2.4 Analyses des données climatiques	21
II.2.5 Nature des solsde la station expérimentale de Mehdi Boualem	22
II.3 Méthodologie de travail.....	24
II.3.1 Méthode utilisée sur le terrain	24
II.3.2 Méthodologie utilisée au laboratoire	25

II.4	Données climatiques et préparation pour AquaCrop	26
II.4.1	Données climatiques utilisées	26
II.4.2	Structure et types de fichiers climatiques	26
II.4.3	Création et paramétrage du site climatique.....	27
II.5	Conduite culturale et suivi phénologique du blé dur	30
II.5.1	Calendrier de développement de la culture du blé selon AquaCrop	36
II.6	Calibration du modèle	36
II.6.1	Données d'entrée et paramètres de calibration du modèle AquaCrop	36
II.6.2	Définition des conditions initiales dans AquaCrop	39
II.6.3	Évaluation du modèle.....	39
II.6.3.1	Méthodologie d'évaluation	41
II.7	Conclusion	41
III.	Résultats et discussion	42
III.1	Introduction	42
III.2	Présentation des rendements simulés	42
III.2.1	Simulation du cycle cultural et validation des paramètres agronomiques .	43
III.3	Comparaison des résultats simulés et observées	46
III.3.1	Analyse des écarts entre rendement simulé et mesuré.....	46
III.3.2	Évaluation des performances du modèle (analyse statistique).....	50
III.4	Discussion et interprétation des écarts observés	50
III.5	Fiabilité d'AquaCrop pour simuler le rendement du blé en conditions locales	54
III.5.1	Limites rencontrées (données, calibration, spécificités locales)	56
III.5.2	Comparaison avec d'autres études similaires (Algérie, pays méditerranéens).....	57
III.6	Synthèse générale	58
IV.	Conclusion	59
	Conclusion générale	61
	Références bibliographiques	63
	Résumé	66

Résumé

Ce travail porte sur la validation du modèle AquaCrop pour la simulation du rendement du blé à la station Mahdi Boualem (INRAA, Baraki). L'étude a consisté à calibrer et à valider le modèle à partir de données locales (climat, sol, et paramètres culturaux). Les résultats ont montré une bonne concordance entre les rendements simulés et observés, avec un R^2 de 0,91, un nRMSE de 12,3 % et un indice de Willmott (d) de 0,93, indiquant une performance satisfaisante du modèle. Ces résultats confirment la fiabilité d'AquaCrop pour représenter la dynamique hydrique du sol, le développement du couvert végétal et la productivité du blé en conditions semi-arides algériennes. Le modèle s'avère donc un outil efficace pour la gestion durable de l'eau et l'optimisation de la production céréalière.

Mots-clés : Gestion de l'eau, Modèle AquaCrop, Rendement du blé, Sol, Validation du modèle

Abstract

This study focuses on validating the AquaCrop model for simulating wheat yield at Mahdi Boualem Station (INRAA, Baraki). The model was calibrated and validated using local data on climate, soil, and crop management. The results showed a strong agreement between simulated and observed yields, with $R^2 = 0.91$, nRMSE = 12.3 %, and a Willmott index (d) = 0.93, indicating satisfactory model performance. These findings confirm AquaCrop's reliability in simulating soil water dynamics, canopy development, and wheat productivity under semi-arid Algerian conditions. The model proves to be an effective tool for sustainable water management and cereal yield optimization.

Keywords: AquaCrop model, Model validation, Soil, Water management, Wheat yield

خلاصة

يهدف هذا العمل إلى تقييم نموذج AquaCrop لمحاكاة إنتاجية القمح في محطة مهدي بوعلام التابعة للمعهد الوطني للبحث الزراعي بالجزائر (براق). تمت معايرة النموذج والتحقق من دقته باستخدام بيانات محلية تشمل المناخ، التربة، والمعطيات الزراعية الخاصة بالمحطة.

أظهرت النتائج توافقاً جيداً بين القيم المحاكاة والمقاسة، حيث بلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.91$)، والجذر المتوسط للخطأ النسبي (nRMSE = 12.3%)، ومعامل توافق ويلموت (d = 0.93)، مما يعكس أداءً متميزاً للنموذج في تمثيل الديناميكية الفعلية للمحصول والظروف البيئية المحلية.

يُعد نموذج AquaCrop أداة فعالة لمحاكاة ديناميكية نمو القمح ورصد العطاء النباتي، كما يتيح هذا النموذج وسيلة عملية دقيقة لتحقيق إدارة مستدامة للموارد المائية، والمساهمة في تحسين إنتاجية القمح في المناطق شبه الجافة من الجزائر.

مفاتيح البحث: إدارة المياه، إنتاجية القمح، التحقق من النموذج، التربة، نموذج AquaCrop