



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

École Nationale Supérieure Agronomique

Département: Génierural

Spécialité : Science de l'eau

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

القسم: الهندسة الريفية

التخصص: علم المياه

Mémoire de Find'Etude

Pour L'obtention Du Diplôme de Master

Thème

**Analyse comparative du modèle CROPWAT et d'une stratégie
d'irrigation pilotée par les besoins hydriques réels de la tomate en
plein champ.**

Présenté par : Mlle KHANANCHA Ikram Soutenu publiquement le: 23/10/2025

Devant le jury composé de :

Promotrice : Mme. LOUNIS Amal

MAB, ENSA

Présidente : Mme. LAOUAR Mériem

Professeur, ENSA

Examinatrice : Mme. BOURAS-CHEKIRED Fatmazohra MCA, ENSA

Examinatrice : Mme. KHACHEBARafika

ONA

L'année universitaire 2024-2025

Table de matière

<i>Dédicace</i> :	i
<i>Remerciement</i>	ii
Résumé	iv
Liste de figures.....	X
Liste de tableaux.....	XI
Liste des abréviations	XII
INTRODUCTION GENERALE	
Synthèse Bibliographique.....	4
Chapitre 01 :.....	4
1. Généralités sur la tomate	4
1.1 Introduction.....	4
1.2 Origine et historique.....	4
1.3 Classification botanique	4
1.4 Description botanique de la plante.....	5
1.4.1 L'appareil végétatif	5
a) Système racinaire	5
b) Tige.....	5
c) Feuilles	6
1.4.2 L'appareil reproducteur	7
a) Fleurs	7
b) Fruits.....	7
c) Graines	8
1.5 Cycle de développement :.....	8
1.6 Exigences pédoclimatiques.....	9
1.7 Importance économique , nutritionnelle et agronomique de la tomate	10
1.8 La production de la tomate	11
1.9 Défis actuels pour la production	14
2. Besoins hydriques de la tomate en plein champ	15
2.1 Les surfaces irriguées	15
2.2 Potentialités Hydriques en Algérie.....	16
2.3 Les Besoins en eau de la plante	16
2.4 Répartition des besoins en eau selon les stades	17
2.5 Conséquences du stress hydrique.....	18

2.6	Calcul des besoins en eau d'irrigation.....	18
2.7	Besoins nets en eau d'irrigation.....	19
CHAPITRE 02 : LE PILOTAGE DE L'IRRIGATION EN FONCTION DES BESOINS REELS DE LA PLANTE.....		20
1	Introduction.....	21
3.	Opération de pilotage d'irrigation.....	22
3.1	Le Système d'irrigation	22
3.2	Détermination du moment d'irriguer (fréquence).....	23
a.	Approche climatique (prévisionnelle)	23
b.	Approche basée sur l'humidité du sol :.....	23
c.	Approche par observation de la plante.....	24
d.	Approches automatisées et numériques : irrigation intelligente	25
3.3	Détermination de la dose d'irrigation.....	26
A.	Dose selon la réserve utile du sol	26
Chapitre 03 : Les modèles de simulation des besoins en eau		29
le cas du logiciel CROPWAT		29
1	Présentation.....	30
4.	Fonctionnement basique du logiciel.....	30
4.1	Description du logiciel	32
4.2	Structure du logiciel	32
4.2.1	Les modules d'entrée de données de Cropwat	33
4.2.2	Les modules de calcul de Cropwat.....	33
5.	Donner nécessaires pour CROPWAT	33
5.1	Données climatiques.....	33
5.2	Traitements des données pluviométriques.....	34
5.2.1	Les données liées au sol	35
5.2.2	Les données liées aux cultures :.....	35
6.	Les limites de CROPWAT	36
<input type="checkbox"/>	Pas de simulation continue de l'humidité du sol.....	36
<input type="checkbox"/>	Aucune prise en compte des caractéristiques du sol :.....	37
7.	Limites de cette estimation dans CROPWAT	38
8.	Comparaison de CROPWAT avec des données de terrain :.....	38
8.1	Volumes d'eau : surestimation ou sous-estimation selon les données climatiques ...	39
8.2	Rendement simulé : suit une courbe linéaire... sans tenir compte des seuils physiologiques	39
8.3	Absence de seuils physiologiques critiques.....	39

Matériel et méthode.....	
3. Matériels et méthodes.....	40
3.1 Présentation du site expérimental :	40
3.2 Matériels utilisés :	40
3.3 Matériel végétal :.....	40
3.4 Mise en place de l'essai.....	41
3.4.1 Préparation du sol.....	41
3.5 Description de la parcelle expérimentale.....	43
3.5.1 Transplantation des plants de tomate	44
3.5.2 L'irrigation.....	44
3.5.3 Le désherbage	45
3.5.4 La fertilisation.....	45
3.5.5 La récolte	46
4. Détermination de la Reserve utile (RU)	47
5. Estimation du débit des goutteurs	48
6. Efficience d'utilisation de l'eau (WUE ,kg/)... ..	49
7. Etude des paramètres de Cropwat.....	49
7.1 Les paramètres de Cropwat.....	49
a) Le climat.....	49
b) Les précipitations.....	50
8. Les méthodes de calcul de la pluie efficace.....	50
Paramètres cultureux de la tomate industrielle utilisés dans CROPWAT :.....	51
Coefficients cultureux (Kc) :	52
c) Le sol.....	54
d) Les besoins en eau	55
e) Le calendrier d'irrigation	55
9. Les scénarios climatiques :.....	55
Scénarios période moyenne	56
Scénario Année sèche :.....	56
Période humide :.....	56
Résultat et discussion	57
4. Résultat et interprétation.....	57
4.1 Description climatique.....	58
4.1.1 Température	58
4.1.2 Précipitations	58

4.2	Interprétation des résultats des différents paramètres de sortie du logiciel.....	59
4.2.1	Calcul de l'évapotranspiration par le logiciel cropwat.....	59
4.2.2	Les paramètres culturaux de la tomate industrielle utilisé dans CROPWAT.....	61
4.2.3	Les caractéristiques du sol introduite dans CROPWAT insérés dans le tableau suivant	62
	Evaluation des besoins en eau de la tomate industrielle.....	62
4.2.4	Le calendrier d'irrigation issu du CROPWAT	63
4.2.5	Efficience d'utilisation de l'eau	64
4.2.6	Comparaison du calendrier d'irrigation réel et issu de CROPWAT.....	65
4.2.7	Le rendement réel obtenu sur terrain.....	68
4.3	Les scénarios climatiques	69
4.3.1	Diagrammes ombrothermiques.....	69
-	Année sèche (2000)	69
-	Année moyenne (2010).....	70
-	Année humide (1973):	71
4.4	Discussion.....	73
1.	Les besoins hydriques	73
	Conclusion	
1.	Perspectives	80
2.	Recommandations	80
	Références bibliographique	82
	Annexes	91

Résumé

Ce mémoire porte sur l'évaluation et l'optimisation de l'irrigation de la tomate industrielle (*Lycopersicon esculentum* var. *Advance*) en plein champ à El Harrach, à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0.

L'objectif principal est de déterminer les besoins en eau de la culture et d'élaborer des calendriers d'irrigation adaptés à différents scénarios climatiques (année humide, année interannuelle et année sèche). Deux approches ont été comparées, le raisonnement de l'agriculteur, basé sur l'expérience du terrain. Le raisonnement scientifique du logiciel CROPWAT, fondé sur les données climatiques et agronomiques. L'étude a montré que les besoins en eau et les doses d'irrigation varient selon les conditions climatiques, mais que la variabilité est atténuée dans les simulations interannuelles à cause de l'usage de moyennes climatiques. Le modèle tend donc à lisser les extrêmes climatiques, ce qui diminue la représentativité réelle des variations d'une année à l'autre. Malgré ces limites, CROPWAT s'est révélé un outil performant pour la planification et la gestion rationnelle de l'irrigation, particulièrement utile dans les contextes de rareté en eau. Le rendement réel observé sur le terrain (30 t/ha) reste faible par rapport au potentiel (70 t/ha), notamment à cause de la mauvaise qualité des engrais, des pertes d'eau dans le réseau d'irrigation et de l'apparition de maladies.

Enfin, l'étude recommande la poursuite des travaux sur plusieurs campagnes culturales, en intégrant des données de rendement et d'efficacité pour évaluer plus précisément la pertinence de chaque méthode d'irrigation dans les conditions locales.

Mots clé : Tomate industrielle, Irrigation, Bilan hydrique, Besoins en eau, Efficacité, Rendement, CROPWAT 8.0, Optimisation, variabilité climatique, Algérie

ملخص

يتناول هذا البحث تقييم وتحسين ري الطماطم الصناعية (*Lycopersicon esculentum*) صنف (*Advance*) المزروعة

في الحقل المفتوح بمنطقة الحراش، باستخدام برنامج CROPWAT 8.0.

يهدف هذا العمل إلى تحديد الاحتياجات المائية للمحصول وإعداد جداول ري مناسبة لسيناريوهات مناخية مختلفة (سنة

رطبة، سنة متوسطة، وسنة جافة) تمت مقارنة نهجين مختلفين للري: النهج الأول يعتمد على خبرة الفلاح في الميدان

أما النهج الثاني فهو النهج العلمي الذي يعتمد عليه البرنامج CROPWAT استناداً إلى المعطيات المناخية والزراعية.

أظهرت النتائج أن الاحتياجات المائية وكميات مياه الري تختلف حسب الظروف المناخية، غير أن هذه الاختلافات تقل في المحاكاة المناخية المتوسطة بسبب اعتماد المتوسطات المناخية، مما يؤدي إلى تقليل تمثيل التغيرات الحقيقية بين السنوات.

ورغم هذه الحدود، أثبت برنامج CROPWAT فعاليته كأداة لتخطيط وإدارة الري بشكل رشيد، خاصة في ظل ندرة

الموارد المائية. بلغ المردود الحقيقي المسجل في الحقل حوالي 30 طن/هكتار، وهو أقل من المردود المحتمل (70

طن/هكتار) بسبب سوء نوعية الأسمدة، وضياع المياه في شبكة الري، وظهور بعض الأمراض (التعفن القمي).

وفي الختام، توصي الدراسة بمتابعة البحث خلال عدة حملات زراعية لاحقة، مع إدماج بيانات المردود والكفاءة المائية لتقييم دقة وملاءمة كل منهج ري في الظروف المحلية.

الكلمات المفتاحية

الطماطم الصناعية – CROPWAT 8.0 – الاحتياجات المائية – الري – الكفاءة – الميزان المائي – السنة الرطبة –

السنة الجافة – التغيرات المناخية – المردود – الزراعة المروية – الجزائر

Abstract

This study focuses on the evaluation and optimization of irrigation for industrial tomato (*Lycopersicon esculentum* var. *Advance*) grown in open field conditions at El Harrach, using the **CROPWAT 8.0** software. The main objective is to determine the crop's water requirements and to establish irrigation schedules adapted to different climatic scenarios (wet year, interannual average year, and dry year). Two approaches were compared: the **farmer's reasoning**, based on field experience, and the **scientific reasoning** generated by the CROPWAT model, which relies on climatic and agronomic data. The results showed that water requirements and irrigation doses vary with climatic conditions. However, this variability is smoothed out in interannual simulations due to the use of averaged climatic data. Consequently, the model tends to reduce the representation of climatic extremes, limiting its accuracy in reflecting real-year variability. Despite these limitations, **CROPWAT proved to be an effective tool** for the planning and rational management of irrigation, particularly in contexts of water scarcity. The actual yield observed in the field (30 t/ha) remained low compared to the potential yield (70 t/ha), mainly due to poor fertilizer quality, water losses in the irrigation system, and the occurrence of physiological disorders such as blossom-end rot. Finally, the study recommends continuing similar experiments over several growing seasons by integrating yield and irrigation efficiency data, in order to better assess the relevance of each irrigation strategy under local conditions.

Keywords: Industrial tomato, Irrigation, Water balance, Water requirements, Efficiency, Yield, CROPWAT8.0, Optimization, Climate variability, Algeria.