



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 Fin d'Etude

Pour L'obtention Du Diplôme Master

**Détermination des besoins en eau de la culture de tomate a l'aide de logiciel
CROPWAT 8.0 dans la région de Mostaganem**

Réalisé Par : **Belmadi Rahil**

Soutenu Publiquement le : **29 / 10 /2025**

Devant le jury composé de :

Présidente : **Pr. HANK Dalila**

Promoteur : **Dr. DELLI, Reda**

Examinatrice : **Dr. BOURAS, Fatma-Zohra**

Examinatrice : **Dr. LOUNIS Amal**

Professeure (ENSA)

Maître de conférences (ENSA)

Maître de conférences A(ENSA)

Maître assistante B (ENSA)

Promotion 2020- 2025

Table des matières

Dédicace	2
Remerciements	II
Résumé	III
Liste des tableaux	VI
Liste des figures	VII
Liste des abréviations	VIII
Introduction générale.....	1
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	4
CHAPITRE I.....	5
Gestion de l'eau en agriculture.....	5
1. L'importance de l'eau pour les cultures	4
1.1. Le rôle physiologique de l'eau dans la plante.....	4
1.1.1. Transport des nutriments	4
1.1.2. Photosynthèse	4
1.2. Effets du déficit hydrique sur le développement des cultures	4
1.2.1. Stress hydrique et ses conséquences.....	4
1.2.1.1.L'eau du sol	4
1.2.1.2. L'effet du stress hydrique sur la physiologie de la plante	6
1.2.1.2.1.Dommages biologique	6
1.2.1.2.2. Impact sur la croissance et le développement.....	6
1.2.2. Périodes sensibles des cultures (stades critiques).....	6
1.3. Besoins en eau selon les types de cultures	7
1.4. Gestion efficace de l'eau pour une agriculture durable	7
1.4.1. Rôle dans la sécurité alimentaire	7
1.4.2. Réduction des pertes en eau.....	7
1.4.3. Enjeux environnementaux et économiques	8
2. Impact sur la planification et la gestion de l'irrigation	8
2.1. Planification des tours d'eau en fonction de la ressource disponible	8

2.1.1. Allocation d'eau basée sur des probabilités.....	8
2.1.2. Utilisation de modèles hydrologiques globaux.....	9
2.1.3. Outils d'audit hydrique et leur contribution	9
2.2. Rôle des données hydriques dans l'organisation des campagnes agricoles.....	9
2.2.1. Données sols et climat comme base du pilotage	9
2.2.2. Importance des ensembles hydrologiques	9
2.2.3. Systèmes d'information géographique (SIG)	10
2.3. Conséquences sur l'efficacité des systèmes irrigués.....	10
2.3.1. Réduction du rendement de l'eau en période de pénurie.....	10
2.3.1.1. Irrigation déficitaire et productivité de l'eau :.....	10
2.3.1.2. Efficacité paradoxale en modernisation	10
2.3.2. Perturbations techniques des réseaux en cas de stress hydrique.....	10
2.3.2.1. Diminution des capacités réseau	10
2.3.2.2. Impact des événements extrêmes	10
2.4. Défis pour l'optimisation de l'eau en agriculture irriguée.....	10
2.4.1. Contraintes climatiques et structurelles dans les périmètres irrigués	10
2.4.2. Besoins croissants en eau vs. Limitation des ressources disponibles.....	11
2.4.2.1. Demande agricole en hausse	11
2.4.2.2. Ressources limitées	11
2.5. Enjeux pour la modélisation de l'irrigation avec CROPWAT	11
2.5.1. Sensibilité du modèle aux données climatiques, culturelles et pédologiques... 11	
3. Méthodes traditionnelles et modernes de pilotage de l'irrigation	12
3.1. Comparaison des approches empiriques et basées sur la modélisation	12
3.1.1. Méthodes traditionnelles basées sur l'observation locale.....	12
3.1.2. Modèles de simulation comme CROPWAT : principes et apports	12
3.2. Évolution des pratiques de gestion de l'eau.....	12
3.2.1. Depuis les pratiques ancestrales jusqu'aux approches modernes.....	12
3.2.2. Vers une intégration des outils numériques dans la gestion de l'irrigation	12
3.3. De l'observation locale à la simulation assistée par logiciel	13
Chapitre II	15

Notion de besoins en eau et efficience	15
1. Détermination des besoins en eau des cultures	16
1.2. Importance de la connaissance des besoins hydriques.....	16
2.2. Besoin en eau d'irrigation.....	16
2.2.1. Besoin net en eau d'irrigation (Bn)	16
2.2.2. Besoin brut en eau d'irrigation (Bb)	17
2.3. Besoin en eau de culture (ETm).....	17
2. Évapotranspiration	17
2.1. Les différents aspects théoriques de l'évapotranspiration	18
3. Choix du coefficient cultural.....	18
4. Les méthodes d'estimation de l'ET \square	19
CHAPITRE III	20
La culture de la tomate	20
1. Origine et historique.....	21
2. Classification de la tomate	22
2.1. Classification botanique.....	22
2.2. Classification génétique	23
2.3. Classification variétale selon le mode de croissance	23
3. Cycle de développement	24
4. Exigences culturales	25
4.1. Luminosité	25
4.2. Température.....	25
4.3. Eau et humidité	26
4.4. Sol et pH	26
5. Situation et importance économique	26
5.1. À l'échelle mondiale	26
5.2. En Algérie	26
6. Risques phytosanitaires	27
7. Tolérance de la tomate à la sécheresse	28
Étude pratique	28

Matériel & Méthodes	29
1. Introduction	30
2. Présentation de la zone d'étude	30
2.1. Situation géographique de la zone d'étude	30
2.2. Relief et topographie	31
2.3. Potentialités hydriques	31
2.3.3.1. Situation des ressources superficielles (Barrages et Retenues Collinaires)	32
2.3.3.2. Les ressources souterraines	33
2.4. Potentialités agricoles	33
2.4.1. Répartition générale des terres.....	33
2.4.2. Répartition de la S.A.U par type de culture.....	34
2.5. Etude climatique	35
2.5.1. Les précipitations.....	35
2.5.2. La température	36
2.5.3. Les vents	37
2.5.4. La duré d'insolation.....	37
2.5.5. Humidité	38
3. Présentation du logiciel CROPWAT 8.0.....	38
3.1. Objectifs du logiciel.....	39
3.2. Fonctionnement basique du logiciel	39
4. Les besoins en eau des cultures.....	39
4.1. Les données climatiques	40
4.1.1. La station météorologique	40
4.1.2. Les données climatiques entrées dans le Cropwat.....	40
4.2. Les données pluviométriques.....	41
4.3. Les données liées au sol	43
4.3.1. La réserve utile (RU)	43
4.3.1.1. La texture.....	43
4.3.1.2. La profondeur d'enracinement	43
4.4. Les données liées aux cultures	44

4.4.1. Le coefficient cultural (Kc)	44
4.4.2. Coefficient de réponse du rendement à l'eau (Ky)	45
5. Calcul de l'évapotranspiration.....	45
6. L'approvisionnement de l'eau d'irrigations au niveau du périmètre à irriguer.....	46
6.1. L'assolement	46
6.2. Le périmètre	46
Résultats & Discussions	48
1. Introduction	49
2. Les besoins en eau (BE) de la tomate.....	49
2.1. Calcul de l'évapotranspiration de référence ET0.....	49
2.1.1. Analyse des paramètres climatiques	51
2.2. Calcul de l'évapotranspiration de référence (ET0)	54
2.3. Calcul de la pluie efficace de la wilaya de Mostaganem	55
2.4. Les données de la culture	56
2.5. Les données sur le sol	57
2.6. Les besoins en eau de la tomate dans la wilaya de Mostaganem.....	58
2.7. Calcul des BE d'irrigation de la tomate	59
2.8. Bilan hydrique de la tomate de la wilaya du Mostaganem	60
2.9. Approvisionnement en eau d'irrigation au niveau du périmètre	60
3. Calcul de l'EUE de la tomate	62
Conclusion.....	64
Références bibliographiques	68

Résumé

L'Algérie fait face à une rareté croissante des ressources hydriques, rendant indispensable une gestion rationnelle de l'eau en agriculture. Ce travail a pour objectif de déterminer les besoins en eau de la culture de la tomate (*Solanum lycopersicum L.*) dans la région de Mostaganem à l'aide du logiciel **CROPWAT 8.0**, afin d'optimiser la planification de l'irrigation et d'améliorer l'efficacité d'utilisation de l'eau.

L'étude s'appuie sur des données climatiques, pédologiques et culturales spécifiques à la région, caractérisée par un climat méditerranéen semi-aride. Le calcul de l'évapotranspiration de référence (ET_0) a été réalisé selon la méthode de **Penman-Monteith**, puis combiné aux coefficients culturaux (K_c) propres à la tomate pour estimer l'évapotranspiration maximale (ET_m) et les besoins réels en eau (ET_c).

Les résultats obtenus BE 622,9mm montrent que les besoins hydriques de la tomate varient selon les stades phénologiques, avec un maximum observé durant la phase de floraison et de fructification. Le logiciel CROPWAT a permis d'élaborer un calendrier d'irrigation précis, tenant compte de la pluie efficace et des caractéristiques du sol.

L'analyse met en évidence l'importance de l'adaptation des pratiques d'irrigation aux conditions locales pour une utilisation durable des ressources en eau. Ce travail confirme l'intérêt de l'outil CROPWAT 8.0 comme support de décision pour la gestion raisonnée de l'irrigation dans les régions à déficit hydrique, contribuant ainsi à une agriculture plus efficace et durable.

Mots-clés : CROPWAT 8.0, besoins en eau, tomate, évapotranspiration, irrigation, Mostaganem.

Abstract

Algeria is facing an increasing scarcity of water resources, making the rational management of agricultural water use essential. The aim of this study is to determine the water requirements of tomato crops (*Solanum lycopersicum* L.) in the Mostaganem region using the CROPWAT 8.0 software, in order to optimize irrigation scheduling and improve water-use efficiency.

The study is based on climatic, soil, and crop data specific to the region, which is characterized by a semi-arid Mediterranean climate. The reference evapotranspiration (ET_0) was calculated using the Penman–Monteith method, and subsequently combined with crop coefficients (K_c) specific to tomato in order to estimate maximum evapotranspiration (ET_m) and actual crop water requirements (ET_c).

The obtained results (622.9 mm) show that tomato water needs vary throughout the phenological stages, with a peak during the flowering and fruiting phases. The CROPWAT software enabled the development of an accurate irrigation schedule that considers effective rainfall and soil characteristics.

The analysis highlights the importance of adapting irrigation practices to local conditions to ensure sustainable water resource management. This work confirms the relevance of CROPWAT 8.0 as a decision-support tool for rational irrigation management in water-deficient regions, contributing to more efficient and sustainable agriculture.

Keywords: CROPWAT 8.0, water requirements, tomato, evapotranspiration, irrigation, Mostaganem.

الملخص

تواجه الجزائر ندرة متزايدة في الموارد المائية، مما يجعل من الضروري اعتماد إدارة رشيدة للمياه في المجال الزراعي. يهدف هذا العمل إلى تحديد الاحتياجات المائية لمحصول الطماطم (*Solanum lycopersicum L.*) في منطقة مستغانم باستخدام برنامج **CROPWAT 8.0**، وذلك من أجل تحسين تخطيط الري ورفع كفاءة استخدام المياه. تعتمد الدراسة على بيانات مناخية وتربوية وزراعية خاصة بالمنطقة، التي تتميز بمناخ متوسطي شبه جاف. تم حساب البخر-نتح المرجعي (ET_0) وفق طريقة **Penman-Monteith**، ثم ربطه بمعاملات المحصول (K_c) الخاصة بالطماطم لتقدير البخر-نتح الأقصى (ET_m) والاحتياجات الفعلية للمياه (ET_c). أظهرت النتائج المتحصل عليها (622.9) ملم أن احتياجات الطماطم من المياه تختلف حسب المراحل الفينولوجية للنمو، حيث تبلغ ذروتها خلال مرحلتَي الإزهار والإثمار. كما سمح برنامج **CROPWAT** بإعداد جدول ري دقيق يأخذ في الاعتبار كفاءة الأمطار وخصائص التربة. تبرز هذه الدراسة أهمية تكييف ممارسات الري مع الظروف المحلية لضمان استدامة الموارد المائية، وتؤكد على أهمية استخدام برنامج **CROPWAT 8.0** كأداة فعّالة لدعم اتخاذ القرار في إدارة الري بالمناطق التي تعاني من العجز المائي، مما يساهم في تحقيق زراعة أكثر كفاءة واستدامة.

الكلمات المفتاحية : CROPWAT 8.0 ، الاحتياجات المائية، الطماطم، البخر-نتح، الري، مستغانم.