



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET  
POPULAIRE



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département : Botanique

القسم: علم النبات

Spécialité : Interaction plantes-pathogènes et  
Protection des plantes

التخصص: تفاعل النباتات – ممرضات النباتات  
وحماية النبات

Mémoire De Fin D'études

Pour L'obtention Du Diplôme De Master

THÈME

**Évaluation de l'effet de *Trichoderma* spp. sur la résistance du  
blé dur, *Triticum durum* Desf. var. Vitron, au déficit hydrique  
durant le stade de croissance**

Présenté par : Mlle TAIBAOUI Kaouthar

Soutenu publiquement le : 17/12/2024

Devant le jury composé de :

Présidente :	Mme KHENFOUS-DJEBARI B.	MCB (ENSA)
Promotrice :	Mme LASSOUANE N.	MCA (ENSA)
Co-promotrice :	Mme BOUREGHDA H.	Pr. (ENSA)
Examineur :	M. TOUMI M.	MCB (Univ. d'Alger 1)

Promotion : 2019/2024

## TABLES DE MATIERES

<b>Liste des figures</b> .....	I
<b>Liste des tableaux</b> .....	III
<b>Liste des annexes</b> .....	III
<b>Liste des abréviations</b> .....	IV
<b>I. INTRODUCTION GENERALE</b> .....	1
<b>II. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE</b> .....	4
II.1. Généralités sur le blé .....	4
II.1.1. Historique et origine génétique du blé .....	4
II.1.2. CLASSIFICATION .....	5
II.1.3. Description botanique du blé .....	6
II.1.4. Composition chimique du grain de blé .....	7
II.1.5. Cycle de développement du blé .....	8
II.1.6. Exigence du blé.....	10
II.1.7. Répartition géographique du blé en Algérie .....	11
II.1.8. Intérêt socio-économique du blé au monde et en Algérie.....	11
II.1.9. Les contraintes à la production de la culture de blé.....	13
II.2. Le stress hydrique .....	15
II.2.1 Définition de stress hydrique .....	15
II.2.2. Effet de stress hydrique sur la germination.....	15
II.2.3. Effet de stress hydrique sur la croissance et le développement de la plante.....	15
II.2.4. Effet de stress hydrique sur le métabolisme de la plante .....	16
II.2.5. Les stratégies d'adaptation de la plante face au stress hydrique .....	16
II.3. Généralité sur le genre <i>Trichoderma</i> .....	18
II.3.1. Caractéristiques morphologiques et culturales du genre <i>Trichoderma</i> .....	18
II.3.2. Mécanisme d'action de <i>Trichoderma</i> spp. ....	19
II.3.2.1. L'antibiose .....	19
II.3.2.2. Mycoparasitisme.....	21
II.3.2.3. Compétition .....	21

II.3.2.4. L'induction des mécanisme de défense et la stimulation de la croissance des plantes.....	22
II.3.3. L'utilisation de <i>Trichoderma</i> spp en agriculture.....	24
II.3.3.1. Effets sur la croissance des plantes.....	25
II.3.2.3. Effets sur la santé des sols.....	25
II.3.3.3. Effets sur la résistance au stress hydrique.....	25
<b>III. Matériel et méthodes</b> .....	27
III.1. Matériel végétal.....	27
III.1.2. Test de germination des graines de blé.....	27
III.2. Matériel fongique.....	28
III.2.1. Préparation de la suspension de spores.....	28
III.2.2. Traitement des grains de blé avec la suspension de spores de <i>Trichoderma</i> .....	28
III.3. Mise en culture.....	28
III.4. Application du stress hydrique.....	29
III.5. Les paramètres étudiés.....	30
III.5.1. La teneur en eau du sol (TES).....	30
III.5.2. Paramètres morphologiques.....	31
III.5.2.1. Cinétique de la croissance en longueur.....	31
III.5.2.2. Mesure de la longueur des parties racinaire et aérienne.....	31
III.5.2.3. La surface foliaire.....	32
III.5.2.4. Mesure de la biomasse fraîche et sèche des parties aériennes et racinaires.....	32
III.5.3. Paramètres physiologiques.....	33
III.5.3.1. La teneur relative en eau (TRE).....	33
III.5.3.2. Extraction et dosage des pigments photosynthétique.....	33
III.5.3.3. Mesure de l'indice de stabilité membranaire (la fuite d'électrolyte).....	33
III.5.4. Paramètres biochimiques.....	34
III.5.4.1. Extraction et dosage de la proline libre.....	34
III.5.4.2. Extraction et dosage des protéines soluble totales.....	35
III.6. Analyses statistiques.....	35
<b>IV. Résultats et discussion</b> .....	36
IV.1. La teneur en eau du sol.....	36
IV.2. Effet du <i>Trichoderma</i> sur les paramètres de croissance du blé dur.....	36
IV.2.1. Cinétique de la croissance en longueur.....	36
IV.2.2. Biomasse sèche aériennes et racinaires.....	38

IV.2.3. La surface foliaire .....	40
IV.3. Effet du <i>Trichoderma</i> sur les paramètres physiologiques .....	42
IV.3.1. La teneur relative en eau des feuilles (TRE).....	42
IV.3.2. Effet du <i>Trichoderma</i> sur les pigments photosynthétiques .....	43
IV.3.3. Effet du <i>Trichoderma</i> sur l'indice de stabilité membranaire (ISM).....	46
IV.4. Effet du <i>Trichoderma</i> sur les paramètres biochimique .....	47
IV.4.1. Effet du <i>Trichoderma</i> sur la teneur en proline libre.....	47
IV.4.2. La teneur en caroténoïdes .....	48
IV.4.3. Effet du <i>Trichoderma</i> sur la teneur en protéines solubles totales .....	50
<b>V. Conclusion et perspectives .....</b>	<b>54</b>
<b>VI. Référence bibliographique .....</b>	<b>56</b>

**Résumé.** Cette étude évalue l'effet du traitement de *Trichoderma longibrachiatum* (T9) sur la résistance du blé dur (variété Vitron) au stress hydrique induit par un arrêt d'arrosage suivi d'une phase de réhydratation, au stade de croissance. Le stress hydrique a entraîné une réduction significative des paramètres de croissance (longueur, biomasse sèche, surface foliaire) et une altération de la TRE ainsi que des pigments photosynthétiques. Toutefois, le traitement par T9 a atténué ces effets négatifs en améliorant la croissance des plantes, la rétention d'eau et l'intégrité membranaire en stimulant l'accumulation d'osmolytes et en réduisant les dommages oxydatifs tout en optimisant l'allocation des ressources vers les racines. En outre, *Trichoderma* a contribué à maintenir une stabilité des pigments photosynthétiques et celles de protéines solubles, renforçant ainsi la résilience des plants au stress hydrique. Ces résultats démontrent le potentiel de *Trichoderma longibrachiatum* (T9) en tant que biostimulant pour améliorer la tolérance du blé dur au stress hydrique, bien que des recherches supplémentaires soient nécessaires pour mieux comprendre ses effets sur la récupération post-stress.

**Mots clés :** *Trichoderma longibrachiatum*, stress hydrique, blé dur, osmolytes, intégrité membranaire, biostimulant.

**Abstract.** This study evaluates the effect of *Trichoderma longibrachiatum* (T9) treatment on the resistance of durum wheat (Vitron variety) to water stress induced by a cessation of irrigation followed by a rehydration phase during the growth stage. Water stress significantly reduced growth parameters (length, dry biomass, leaf area) and altered relative water content (RWC) as well as photosynthetic pigments. However, T9 treatment mitigated these negative effects by enhancing plant growth, water retention, and membrane integrity through the stimulation of osmolyte accumulation and the reduction of oxidative damage, while optimizing resource allocation to roots. Furthermore, *Trichoderma* contributed to maintaining the stability of photosynthetic pigments and soluble proteins, thereby strengthening plant resilience to water stress. These findings highlight the potential of *Trichoderma longibrachiatum* (T9) as a biostimulant to improve durum wheat tolerance to water stress, although further research is needed to better understand its effects on post-stress recovery.

**Keywords:** *Trichoderma longibrachiatum*, water stress, durum wheat, osmolytes, membrane integrity, biostimulant.

### ملخص

تقيّم هذه الدراسة تأثير معالجة *Trichoderma longibrachiatum* (T9) على مقاومة القمح الصلب (الصنف Vitron) للإجهاد المائي الناتج عن توقف الري يليه مرحلة إعادة الترتيب، في مرحلة النمو. أدى الإجهاد المائي إلى تقليل كبير في معايير النمو (الطول، الكتلة الجافة، مساحة الأوراق) وتغيير في معدل التمثيل الضوئي وكذلك في الصبغات الضوئية. ومع ذلك، فقد خفف العلاج بواسطة T9 من هذه التأثيرات السلبية من خلال تعزيز نمو النباتات، واحتباس الماء، وسلامة الأغشية عن طريق تحفيز تراكم الأسموليتات وتقليل الأضرار التأكسدية، بينما تم تحسين تخصيص الموارد نحو الجذور. علاوة على ذلك، ساهمت فطر التريكودرما في الحفاظ على استقرار أصباغ التمثيل الضوئي والبروتينات القابلة للذوبان، مما عزز مرونة النباتات تجاه الإجهاد المائي. تُظهر هذه النتائج إمكانيات *Trichoderma longibrachiatum* (T9) كمنشط حيوي لتحسين تحمل القمح القاسي للإجهاد المائي، على الرغم من الحاجة إلى مزيد من الأبحاث لفهم تأثيراته على التعافي بعد الإجهاد بشكل أفضل.

**الكلمات المفتاحية:** *Trichoderma longibrachiatum*، إجهاد الماء، القمح الصلب، الأسموليتات، سلامة الغشاء، المنشط الحيوي.