



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للزراعة

Département: Botanique

القسم: علم النبات

Spécialité: Interaction plante- pathogène
et protection des plantes

التخصص: تفاعل النباتات-ممرضات النباتات وحماية النبات

Mémoire De Fin D'études

Pour L'obtention Du Diplôme De Master

THEME

Etude de l'effet biostimulant de *Trichoderma* spp. sur quelques espèces végétales et essai de formulation d'un biofertilisant

Présenté Par : Melle BOUABDALLAH Rania

Soutenu Publiquement le 24 /11/2020

Melle KHELLADI Kaouthar.

Devant le jury composé de :

Mémoire dirigé par :

Melle BOUREGHDA H. Professeur à l'ENSA.

Président (e) :

M. BOUZNAD Z. Professeur à l'ENSA

Examineurs :

M. TAOUTAOU A. Maitre de conférences à l'ENSA

TABLES DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX.....	I
LISTE DES FIGURES.....	II
LISTE DES ABREVIATIONS.....	III
LISTES DES ANNEXES.....	V
INTRODUCTION GENERALE.....	18
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
1. Biostimulants.....	4
1.1. Définitions et historique.....	4
1.2. Principales catégories des biostimulants des végétaux.....	5
1.2.1. Les microorganismes stimulants la croissance des végétaux.....	5
1.2.1.1. Les champignons bénéfiques.....	6
1.2.1.2. Les bactéries bénéfiques.....	6
1.2.2. Les acides humique et fluviqque.....	7
1.2.3. Les hydrolats de protéine et d'autres composés contenant de l'azote.....	7
1.2.4. Les extraits d'algues.....	8
1.2.5. Les composés chimiques inorganiques.....	8
1.3. Avantages des biostimulants.....	9
1.4. Inconvénients des biostimulants.....	9
2. <i>Trichoderma</i> dans la biostimulation.....	10
2.1. Généralités sur le genre <i>Trichoderma</i>	10
2.2. Position systématique et historique de la taxonomie.....	10
2.3. Description morphologique de <i>Trichoderma</i>	12
2.4. Propriétés de <i>Trichoderma</i> comme agent biostimulant et agent de biocontrôle.....	13
2.5. Les mécanismes d'action.....	13

2.5.1.	Les mécanismes d'actions pour les propriétés biostimulantes.....	14
2.5.1.1.	Stimulation par les métabolites fongiques.....	14
2.5.1.2.	Stimulation par enrichissement du sol.....	15
2.5.1.3.	Stimulation par mycoparasitisme bénéfique.....	15
2.5.1.4.	Stimulation par régulation du pH.....	15
2.5.1.5.	Assimilation des nutriments.....	15
2.5.1.6.	Augmentation du taux de photosynthèse.....	16
2.5.1.7.	Amélioration de la résistance des plantes aux stress abiotiques.....	16
2.5.2.	Mécanismes d'actions pour les propriétés du biocontrôle.....	16
2.5.2.1.	La compétition.....	17
2.5.2.2.	Le mycoparasitisme.....	17
2.5.2.3.	L'antibiose.....	17
2.5.2.4.	Stimulation des défenses des plantes.....	17
3.	Biofertilisants.....	18
3.1.	Définitions.....	18
3.2.	Historique.....	19
3.3.	Les biofertilisants commercialisés sur le marché.....	19
3.4.	Comparaison entre biofertilisants et biopesticides.....	20
3.5.	Différence entre biofertilisant et fertilisant organique.....	20
3.6.	Intérêts et inconvénients des biofertilisants.....	20
3.7.	Qualités d'un bon biofertilisant.....	21
4.	La formulation d'un biofertilisant.....	22
4.1.	Définition de la formulation.....	22
4.2.	Importance de la maîtrise du processus de formulation.....	22
4.3.	Processus de formulation d'un biofertilisant.....	23
4.3.1.	Sélection et production des souches.....	23
4.3.2.	Le transporteur (support) de micro-organismes.....	24

4.3.2.1.	Types de transporteurs de micro-organismes	24
4.3.2.2.	Qualités d'un bon transporteur de micro-organismes	24
4.3.2.3.	Stérilisation du transporteur de micro-organismes	25
4.3.2.4.	Exemples de quelques transporteurs de micro-organismes	25
4.3.3.	Types de formulations les plus utilisées	27
4.3.3.1.	La formulation en poudre	27
4.3.3.2.	La formulation en granulés	27
4.3.3.3.	La formulation liquide	28
4.3.3.4.	La formulation en polymère enrobé	28
4.3.3.5.	Les perspectives de formulation	29
4.3.4.	Additifs dans les biofertilisants	29
4.3.5.	Emballage des biofertilisants.....	30
4.3.6.	Régulation et contrôle de qualité des biofertilisants.....	31
4.3.6.1.	Importance du contrôle de qualité	31
4.3.6.2.	Normes à respecter pour les biofertilisants.....	32
4.3.6.3.	Les mesures et méthodes utilisées dans le contrôle qualité.....	33
5.	Utilisations des biofertilisants contre les stress abiotiques	34
5.1.	Utilisation de quelques microorganismes contre le stress salin	34
5.2.	Utilisation de quelques microorganismes contre la sécheresse.....	35
5.2.1.	Les mécanismes d'actions contre la sécheresse	36
5.3.	Utilisation des biofertilisants contre les carences	37
5.3.1.	Pour le phosphore	37
5.3.2.	Pour l'azote	37
5.3.3.	Pour le potassium	38
5.3.4.	Types de biofertilisants selon la caractéristique et la fonction des espèces	39
MATERIEL ET METHODES		40
1.	Matériel	42

1.1.	Matériel fongique	42
1.2.	Matériel végétal.....	43
2.	Méthodes	43
2.1.	Mise en culture et purification des isolats de <i>Trichoderma</i> spp.....	43
2.2.	L'analyse phytosanitaire de la semence	43
2.2.1.	Désinfection du matériel végétal	43
2.2.2.	Réalisation de l'agar test	43
2.2.3.	L'identification des isolats fongiques.....	44
2.3.	Effet des isolats de <i>Trichoderma</i> spp. sur la germination des graines et sur la croissance du coléoptile <i>in vitro</i>	44
2.3.1.	Préparation des suspensions de spores des isolats de <i>Trichoderma</i> spp.	44
2.3.2.	Désinfection du matériel végétal	45
2.3.3.	Traitement des graines par la suspension de spores	45
2.3.4.	Notation des résultats	45
2.4.	Effet des composés organiques volatiles COV des <i>Trichoderma</i> spp. sur la croissance des racines <i>in vitro</i>	46
2.4.1.	Préparation du matériel végétal	46
2.4.2.	Préparation des isolats de <i>Trichoderma</i> spp.....	46
2.4.3.	L'exposition des plantules aux COV.....	46
2.4.4.	Notation des résultats	47
2.5.	Effet de <i>Trichoderma</i> spp. sur la stimulation de la croissance végétale sous serre	47
2.5.1.	Effet de l'isolat <i>Trichoderma</i> spp. sélectionné et formulé sur la stimulation de la croissance végétale sous serre	48
2.5.1.1.	Essai de formulation d'un biofertilisant à base de <i>Trichoderma</i> spp.	48
2.5.1.2.	Préparation du matériel végétal	49
2.5.1.3.	Dispositif expérimental.....	49
2.5.1.4.	Semis et application de <i>Trichoderma</i> spp. formulé	49

2.5.2. Effet de l'isolat de <i>Trichoderma</i> spp. sélectionné non formulé sur la stimulation de la croissance végétale sous serre	50
2.5.2.1. Trempage des graines dans la suspension de spores	50
2.5.2.2. Semis et application de <i>Trichoderma</i> spp. non formulé	51
2.6. Etude de l'effet de <i>Trichoderma</i> spp. sur la photosynthèse du blé et du pois chiche	52
2.7. Effet de <i>Trichoderma</i> spp. sur les paramètres de croissance des plants de blé et de pois chiche sous serre.....	52
RESULTATS ET DISCUSSION.....	54
1. Résultats	55
1.1. Test phytosanitaire	55
1.1.1. Le test phytosanitaire de la semence de blé.....	55
1.1.2. Test phytosanitaire de la semence de pois chiche	56
1.2. Effet de quelques isolats de <i>Trichoderma</i> spp. sur la germination et sur la croissance du coléoptile des graines de blé <i>in vitro</i>	57
2. Discussion	58
CONCLUSION GENERALE	60
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	62
ANNEXES	79

Résumé :

Les biofertilisants à base de champignons et de bactéries sont de plus en plus utilisés dans l'agriculture moderne. Parmi les champignons utilisés, le genre *Trichoderma* suscite un intérêt croissant chez les chercheurs et les agriculteurs pour son potentiel de biocontrôle et de biostimulation. Dans ce travail on s'intéresse au côté stimulation de la croissance par *Trichoderma*. Ainsi des essais ont été réalisés sur la germination des graines et sur la croissance du coléoptile du blé. Les isolats de *Trichoderma gamsii* utilisés dans un premier essai préliminaire ont donné des résultats prometteurs. En deuxième lieu, une évaluation de l'effet des composés volatiles de *Trichoderma* spp. sur les racines des plantules de blé et de pois chiches aurait due être réalisée. Comme il était envisagé d'évaluer l'effet biostimulant *in vivo* sous serre par l'application d'un isolat selon deux différentes méthodes, la première consistait à appliquer une formulation solide de *Trichoderma* à base de maïs en même temps que le semis et la deuxième nécessitait le traitement des graines par une suspension de spores de *Trichoderma* seul avant le semis. Les paramètres relatifs à la biostimulation évalués sont ceux relatifs à la croissance tels que la longueur des plants, la longueur des racines, le poids frais et le poids sec ainsi que la teneur en chlorophylle.

Mots clés : *Trichoderma gamsii*, Formulation, Biofertilisant, Effet biostimulant, Composé volatile, Germination, Chlorophylle.

Abstract :

Biofertilizers made out of fungi and bacteria are increasingly used in modern agriculture. Among the fungi used, the genus *Trichoderma* is gaining the interest of researchers and farmers for its potential in biocontrol and biostimulation. In this work, we are interested in the growth stimulation by *Trichoderma*. Therefore, tests were carried out on seed germination and the growth of wheat coleoptile. The *Trichoderma gamsii* isolates used in a first trial essay gave promising results. Secondly, an assessment of the effect of volatile *Trichoderma* compounds on the roots of wheat and chickpea seedlings should have been carried out. As it was planned to assess the biostimulant effect *in vivo* under greenhouse by applying a selected isolate in two different methods, The first involved applying a solid corn-based *Trichoderma* formulation at the same time as the seedling, and the second required treating the seeds with a suspension of *Trichoderma* spores alone before sowing. The biostimulation parameters evaluated are those related to growth such as plant length, root length, fresh weight, dry weight, and chlorophyll content.

Key Words : *Trichoderma gamsii*, Formulation, Biofertilizer, Biostimulating effect, Volatile compound, Germination, Chlorophyll.

ملخص :

يتزايد استخدام الأسمدة الحيوية المصنوعة من الفطريات والبكتيريا في الزراعة الحديثة. من بين الفطريات المستخدمة، يثير نوع *Trichoderma* اهتماما متزايدا بين الباحثين و المزارعين لقدرته على المكافحة و التحفيز الحيويين. و لهذا نحن مهتمون بتحفيز النمو بواسطة *Trichoderma*. و هكذا أجريت اختبارات على انبات البذور و نمو الغمد الاولي للقمح. أعطت عزلات *Trichoderma gamsii* المستخدمة في التجربة الأولى نتائج واعدة. في التجربة الثانية كان ينبغي اجراء تقييم لتأثير مركبات التراكود برما الطيارة على جذور شتلات القمح و الحمص. تم التخطيط أيضا لتقييم تأثير المحفز الحيوي في الجسم الحي في الدفيئة من خلال تطبيق العزل بطريقتين مختلفتين الأولى هي تطبيق تركيبة صلبة من *Trichoderma* مصنوعة من الذرة في نفس الوقت. اما الطريقة الثانية تتطلب معالجة البذور مع تعليق جراثيم *Trichoderma* وحدها قبل البذر. الخصائص المتعلقة بالتحفيز الحيوي التي تم تقييمها هي تلك المتعلقة بالنمو مثل طول النباتات، طول الجذور، الوزن الطازج، الوزن الجاف و بالإضافة الى محتوى الكلوروفيل.

الكلمات المفتاحية: مستحضر، سماد حيوي، تأثير محفز حيوي، مركب متطاير، انبات، كلوروفيل *Trichoderma gamsii*.