



UNIVERSITÉ MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

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

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريش

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques



UNIVERSITÉ MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

BOUDJ BOU ARRERGJ

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine Des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Phytopathologie

Thème

Etude de l'effet de quelques extraits de plantes sur la germination des microconidies de *Fusariumoxysporum f. spicicris* agent de la fusariose vasculaire de pois chiche (*Cicer arietinum L.*).

Présenté par : BELAIFA Liza
BOUDJELIDA Ibtissam
KADJOU Halima

Devant le jury :

Président : M^r. KhoudourMAA(UnivMohamed El Bachir El Ibrahimi)

Encadrant: M^r.Moutassem MAA(UnivMohamed El Bachir El Ibrahimi)

Examineur 1 : Mme.DhimiMCA(UnivMohamed El Bachir El Ibrahimi)

Année universitaire : 2016/2017

Remerciements

Avant toute chose, nous remercions Dieu, le tout puissant, pour m'avoir donnée la force et la patience.

Tout d'abord un grand merci pour l'encadrement Mr : D.MOUTASSEM votre présence et votre disponibilité permanente, pour vos conseils et votre soutien, et pour m'avoir fourni ses idées nécessaires à l'expérimentation, ayant permis la réalisation sans difficulté du présent travail.

Nous exprimons Notre gratitude à l'ensemble de nos enseignants qui ont si soigneusement partagé leur connaissance en phytopathologie, Sans oublier tous les autres employés de L'institut, particulièrement ceux de la SMV.

Nous remercions également les personnels de laboratoire phytopathologie.

Mes sentiments de reconnaissance et mes remerciements vont également à l'encontre de toute personne qui a participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

A mes amis de spécialité de phytopathologie qui font notre équilibre, pour leur présence dans notre vie.

Merci pour toutes nos familles pour leur soutien et leur amour qui nous ont aidés à devenir des personnes que nous sommes ...

DEDICACE

*Je dédie le fruit de mes progrès durant toutes ces
Années à tous ceux que j'aime*

A mes très chers parents : Saleh et Dalifa

*Que je ne cesse remercier pour tous ce qu'elle ma donné
et a toujours cru amoï .*

*Aucun terme et aucune langue ne pourra exprimer mon
amour et Mes sentiments envers vous.*

*Dieu seul est capable de vous récompenser pour
tout ce que vous Avez fait pour moi.*

A Mes frères : Hamza et Charkí.

*A Mes sœurs : Sílya , Ríma et son mari yassín et
ces enfants Saleh et Hadíl .*

A mes grands-pères et grands-mères.

A mon oncle : Mohamed .

A Mes tantes(surtout Nouara).tous les cousins.

A Mes amies : Liza-Ibtissam-Amel-Hakima-Meriem.

A tout promenât phytopathologie(2017).

Halima

DEDICACE

*Je dédie ce modeste travail à : A mon très cher père,
je lui dédie avec fierté Ce mémoire qui reflète le fruit de l'éducation*

*Et de l'attention qu'il m'a tant réservé, je suis très
Reconnaissante et j'aurai tant aimé partager la joie*

De ma réussite avec lui.

*À la plus merveilleuse des mamans, qui ma supportée et
Sacrifier et m'a aidée dans les pires moments,
Car tu as toujours cru en moi, je suis que je suis maintenant
; Merci maman.*

A ma sœur: Sara et mes frères : Badis et Bachir La source de ma force et de bonheur

A mes chères cousines lesquelles j'ai partagé mes bons souvenirs :

Bouchra, Linda, sihem, Ilham

A toute mes encles; ces dames et ces enfante

Il me tient à coeur de remercier tous mes amis surtout :

Nawal, Zahra, Amira,

Hadjar, khiredidine,

A ma trinôme Liza et Hlima ainsi que tous mes collègues

Pour ton amitié, pour tous les moments partagés

IBTISSAM



DEDICACE

Je dédie ce travail :

Mon cher papa, Ahmed je veux être présent pour

Lemoment, Dieu vous bénisse

Ma chère mère, Fatima, que je ne cesse de remercier

Pour tout ce qu'elle m'a donné. Elle m'a supporté 9 mois

dans son ventre et a fait de moi la femme que je suis

aujourd'hui. Que Dieu la récompense

Pour tous ces biens faits.

A Mes frères : Hamza- Bilal- Nasser Aldine -Redwan

-Houssam -

A Mes tantes (surtout Messouda).tous les cousins.

A Mes amies : Halima-Ibtissam-Amel-Hakima-Meriem.

A tout promenât phytopathologie(2017).

Liza



Résumé

Le flétrissement vasculaire de pois chiche, causé par *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* (FOC), est la maladie la plus importante en Algérie. Dans le cadre de la recherche des méthodes de lutte alternatives aux produits chimiques par le biais des substances naturelles, nous avons investigué l'effet bioactif de *Schinus molle*, *Thymus pallissens*, *Artemesia herba alba*, *Rosmarinus officinalis*, *Pinus halepensis* et *Laurus nobilis* contre le Foc in vitro et in vivo. Les tests ont révélés une activité prononcée des extraits aqueux contre les spores de Foc représentée par rétrécissement, éclatement, inhibition totale ou partielle de la germination. Par ailleurs, l'intensité d'inhibition varie selon l'espèce végétale et la concentration de l'extrait. Cependant, le taux le plus élevé a été constaté avec le *Thymus pallissens* (95.28%) et *Artemesia herba alba* (93.39%). En revanche, les valeurs les plus faibles ont été enregistrées par le traitement par l'extrait de *Pinus halepensis* (25.54%). Les résultats in vivo expriment l'activité antifongique de la poudre de *T. pallissens*, *L. nobilis* et *R. officinalis* dont les valeurs de l'AUDPC obtenus sont inférieures à 200 exprime une réduction de 98% de la gravité de la maladie. En revanche, le Foc a exprimé une résistance contre la poudre de *S. molle* ainsi que de *P. halepensis* avec des valeurs de l'AUDPC supérieures à 600. Les résultats obtenus montrent également l'effet indirect de la poudre sur la physiologie de la plante où elle a surmontée ces mécanismes de défense par la production des substances antifongiques représentées par les flavonoïdes et les polyphénols. A cet effet, le taux le plus élevé des flavonoïdes sont notés chez les plantules traitées par la poudre de *Schinus* (80.96) et *laurus* (97.46). Par contre les taux les plus faibles sont enregistrés chez les plantules traitées par la poudre de *A. herba alba* et *T. pallissens*.

Mots clés : *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* (FOC), *Thymus pallissens*, activité antifongique, extraits aqueux, polyphénols, flavonoïdes.

Abstract

The vascular wilt of chickpea, caused by *Fusarium oxysporum* .f. sp. *Ciceris* (FOC), is the most important diseases in Algeria. We investigated the bioactive effect of *Schinus molles*, *Thymus pallissens*, *Artemesia herba alba*, *Rosmarinus officinalis*, *Pinus halpensis* and *Laurus nobilis* .against the Foc in Vitro and in vivo. The tests revealed a pronounced activity of the aqueous extracts against Foc spores represented by shrinkage, bursting, total or partial inhibition of germination. Moreover, the intensity of inhibition varies according to the plant species and the concentration of the extract. However, the highest rate was observed with *Thymus pallissens* (95.28%) and *Artemesia herba alba* (93.39%). On the other hand, the lowest values were recorded by treatment with *Pinus halepensis* extract (25.54%). The in vivo results express the antifungal activity of the powder of *T. pallissens*, *L. nobilis* and *R.officinalis* whose AUDPC values obtained are less than 200 expresses a 98% reduction in the severity of the disease. On the other hand, Foc has expressed resistance against the powder of *S. molle* as well as of *P. halepensis* with AUDPC values of more than 600. The results obtained also show the indirect effect of the powder on the physiology of the Plant where it overcame these defense mechanisms by producing antifungal substances represented by flavonoids and polyphenols. For this purpose, the higher rate of flavonoids is observed in seedlings treated with *Schinus* powder (80.96) and *Laurus* (97.46). On the other hand, the lowest rates were recorded in the seedlings treated with the powder of *L. nobilis* and *T. pallissens*.

Key words: *Fusarium oxysporum*. *Ciceris* (FOC), *Thymus pallissens*, antifungal activity, aqueous extracts, polyphenols, flavonoids.

ملخص:

الذبول الوعائي للحمص هو مرض خطير و شائع في الجزائر بسببه فطر *Fusarium oxysporum f. sp. Ciceris* في اطار البحث عن الاساليب والطرق البديلة للمواد الكيميائية باستعمال مواد طبيعية ذات مصدر طبيعي من اجل مكافحة هذا المرض فقد قمنا بالتحقق من تأثير نشاط البيولوجي لمستخلصات المائية لست نباتات وهي (أكليل الجبل، الشيح، الفلفل البيروفي، الزعتر، الصنوبر الحلبي و ورق الغار) ضد هذا المرض.

وقد كشفت التجارب المخبرية التي قمنا بها نشاط واضح ضد تثبيط نشاط هذا الفطر وقد تمثلت في الحد تفجير وتثبيط الجزئي والكلي لنشاط ابواغ هذا الفطر. وعلاوة على ذلك تختلف شدة التثبيط باختلاف الانواع النباتية و تركيزها المستعملة ومع ذلك تم العثور على معدل عند الزعتر ب(95.28%) في المقابل سجلت ادنى قيمة عن طريق المعالجة بمستخلص الصنوبر الحلبي ب (25.54%)

اما النتائج المتحصل عليها عن طريق المعالجة بمسحوق النباتات ذات فاعلية ضد الفطريات عن طريق المسحوق الزعتر ورق الغار اكليل الجبل دو قيمة AUDPC اصغر من 200 عاى عكس مسحوق الفلفل البيروفي الصنوبر الحلبي حيث قيمة AUDPC اكبر من 600 النتائج المتحصل عليها تترجم الاثر المباشر للمسحوق النباتي على التركيب الفيزيولوجي للنبتة هذه الاخيرة تقوم بصناعة مواد للدفاع عنها والمتمثلة في فلافونويد عند الشتلات المعالجة بمسحوق الفلفل البيروفي (80.96) و الغار ب (97.46) على عكس الشتلات المعالجة بالزعتر والشيخ.

الكلمات المفتاحية: الفطر الفزريومي، مسحوق، مستخلص مائي، مضاد للفطريات، الزعتر .

Sommaire

Sommaire

Résumé	
Remerciement	
Dédicace	
Sommaire	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	01
Chapitre I : Synthèse bibliographique	
1. LA Plante: pois chiche (<i>Cicer arietinum</i> L.).	
1.1. Origine historique	03
1.2. Impotence de pois chiche	03
1.2.1. Dans le monde	03
1.2.1. Dans l'Algérie	03
1.3. Taxonomie et caractéristique botanique	04
2. les maladies de flétrissement vasculaire	04
2.1. Symptômes du <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>ciceris</i>	04
2.2. L'agent pathogène <i>Fusarium</i>	05
2.2. 1. Taxonomie et biologie	05
2.2..2 Morphologie	05
2.2. 3. Biologie et épidémiologie de la maladie	06
2.2.4. cycle de vie F.O.C	08
3. Moyens de lutte contre la fusariose du pois chiche	09
3.1. Pratiques culturales	09
3.4. La lutte biologique	09
3.3. La lutte intégrée	09
4. Application des extraits des plantes dans la lutte contre les agents phytopathogènes	10
Chapitre II : Matériels et Méthode.	
1. Matériels Biologique	12
1.1. Matériels fongique	12

1.1. Matériels végétales	12
2- Méthode de travail.	16
2.1. Préparation des extraits aqueux	16
2. 2. Test biologique	16
2.2.1.Évaluation de l'effet inhibiteur de la germination des spores par les extraits aqueux (in vitro	17
2.2.2. Evaluation de l'activité antifongique de la poudre des plantes testées (In vivo	17
2.2.2.1. Préparation de l'inoculum du (<i>FOC</i>	17
2.2.2.2. Traitement par la poudre de plantes	17
2.2.2.3. Préparation des plantules (pré germination	17
2.2.2.4. Ensemencement	18
2.3. Exploitation des résultats et analyses statistiques	18
2.3.1. Mesure de l'Incidence...	18
2.3.2. Mesure de la sévérité d'attaque	18
2.3.3. Calcul de l'Indice de Flétrissement (<i>DII</i>)	19
2.3.4. Calcul de l'AUDPC	19
2.4. Dosage des polyphénols	20
2.5. Dosage des flavonoïdes	20
2.3. Analyse statistique	20
Chapitre III : Résultats et discussion.	
1. Résultats	21
1.1. Effet des extrais aqueux sur la germination des spores de Foc	21
1.2. Effet de la poudre des plantes sur le flétrissement vasculaires de pois chiche (in vivo)	24
1. 3. Le taux des polyphénols et des flavonoïdes	28
2. Discussion	30
Conclusion	36
Référence biographique	
Annexes	
Perspectives	

Liste des abréviation

- AUDPC: Area Under the Disease Progress Curve.
- Cm: Centimètre.
- f. sp: Forme spécialisée .
- FOC: *Fusarium oxysporium f. sp ciceri*.
- µm:micromètre.
- C°: Degré Celsius.
- T: Témoin .
- FAO : Food Agriculture Organisation
- R : Résistante.
- S : Sensible.
- + : plus .
- ≥: supérieur ou égale .

Liste des figures

Figure 01 : Symptômes observés en plein champ : A) Flétrissement vasculaire précoce dans B) Symptômes de Flétrissement vasculaire tardif source .

Figure 02 : A–B: Macroconidies; C–D: Microconidies.

Figure 03 : Cycle de vie de l'agent pathogène de *Fusarium oxysporium* .

Figure 04 : A : *Thymus pallissens*, B : *Pinus helvensis*, C : *Romarin officinalis*, D : *Lauris nobilis*, E : *Schinus molle*, F : *Artemisia herba alba*)

Figure 05 : Les extraits aqueux de six plantes (A : *Thymus pallissens*, B : *Pinus helvensis*, C : *Romarin officinalis*, D : *Lauris nobilis*, E : *Schinus molle*, F : *Artemisia herba alba*)

Figure 06 : la pré germination des grains de pois chiche.

Figure 7 : observations microscopiques des suspensions sporales traitées avec différents extraits aqueux : germination massive, rétrécissement, inhibition de la germination, éclatement et lyse du tube germinatif. (1 : Inhibition partielle de germination 2 : la lyse du tube germinatif, 4 et 5 : inhibition totale de la germination, 6 : rétrécissement)

Figure 08 : L'étude comparative des taux d'inhibition de la germination de l'extrait aqueux de six plantes en fonction l'espèce végétale et la concentration de l'extrait.

Figure 09 : symptômes de flétrissement vasculaire sur des plantules traitées par la poudre de six plantes (a : *S. molle*, b : *L. nobilis*, c : *R. officinalis*, d : *A. herba alba*, e : *P. helvensis*, f : *T. pallissens*)

Figure 10: L'étude comparative des taux d'inhibition de la germination de l'extrait aqueux de six plantes en fonction l'espèce végétale et la Concentration de la poudre.

Figure 11 : L'effet des extraits de plantes in vivo sur le flétrissement vasculaire du pois chiche. Les données sont les moyennes de 3 répétitions de l'AUDPC $\pm$ ES. Les lettres indiquent une différence significative entre les moyennes à $p < 0,05$

Figure 12 L'étude comparative des taux des flavonoïdes (c et d) et des polyphénols (a et b) de plantules traitées avec la poudre de cinq plantes en fonction l'espèce végétale et la concentration de l'extrait.

Figure 13 : Taux des polyphénols et des flavonoïdes plantules traitées avec la poudre de cinq plantes. Les données sont les moyennes de 3 répétitions de taux des polyphénols ou des flavonoïdes $\pm$ ES. Les lettres indiquent une différence significative entre les moyennes à $p < 0,0$

Liste des tableaux

Tableau I :Présentation des plantes aromatiques testées.

Tableau II: nomination, systématique et caractère botanique de la plantes testés

Tableau III :: Effet des extrais aqueux sur la germination des spores. Lesvaleurs représentent la moyenne de 3 répétitions $\pm$ SE (Erreur standard). Les lettres indiquentune différence significative entre les moyennes à $p<0,05$.

Introduction

Introduction

Les légumineuses alimentaires représentent de par la superficie qu'elles occupent, une place importante dans le système agricole et l'agroéconomie de nombreux pays du monde, en raison (Bacha et Ounane, 2003) de leur capacité d'adaptation à des conditions pédoclimatiques difficiles, ainsi que leur faible exigence culturale. Du point de vue nutritionnel, la richesse des légumineuses en protéines permet de corriger dans une certaine mesure les carences en protéines animales, ainsi que le déséquilibre alimentaire des populations qui ont tendance à se nourrir exclusivement de céréales. Selon Obaton, (1980), un hectare de légumineuses alimentaires produit un tonne de protéines, soit 10 fois plus qu'une production d'un élevage à viande sur la même surface.

Les légumineuses alimentaires regroupent plusieurs espèces, parmi celles-ci, nous avons le pois chiche (*Cicer arietinum* L.), est une légumineuse à graine de saison fraîche, cultivé par les petits fermiers dans de nombreuses régions du monde. Il constitue une source importante de protéines dans l'alimentation des nécessiteux et joue un rôle essentiel dans les régimes végétariens. Il est également de plus en plus utilisé en tant que succédané des protéines animales.

En Algérie plusieurs légumineuses alimentaires sont cultivées, mais leur situation actuelle n'est pas encourageante (Toulaiti, 1988). En effet, la culture de pois chiche occupe une place importante dans l'alimentation, mais elle est loin d'avoir une place équivalente à celle des céréales dans le système de production. Le pois chiche souffre de nombreuses difficultés, en dehors des conditions d'environnement et le non maitrise des techniques culturales qui sont des causes non négligeables de la faiblesse de la production, il semble que le problème majeur reste celui de l'aspect phytosanitaire souvent attribué à des maladies fongiques telles que le flétrissement vasculaire.

La maladie du flétrissement vasculaire du pois chiche, dont l'agent causal est le champignon FOC, devient de plus en plus préoccupante. Elle affecte la qualité et la quantité du rendement. (Navas-Cortes *et al*, 2000) ont estimé les pertes occasionnées par le champignon de 10 à 15% de la production mondiale. Cependant, il est capable de détruire complètement la récolte de pois chiche dans les conditions favorables. Néanmoins, les indications exactes sur les pertes causées par le FOC ne sont pas disponibles dans tous les pays, où la maladie a été signalée (Akhtar Ayyub, 2001).

La lutte chimique reste la principale mesure de contrôle existante pour combattre les maladies des plantes. Néanmoins, plusieurs facteurs ont conduit à rechercher d'autres méthodes de lutte. Parmi ces facteurs, nous pouvons citer entre autre l'apparition de

phénomène de résistance chez les pathogènes, la détection de résidus sur les denrées alimentaires, les exigences du consommateur et le retrait de l'agrément de certains fongicides efficaces destinés à cet usage (Lévesque et Rahe 1987).

Parmi les alternatives développées en vue de remplacer partiellement ou totalement l'usage des fongicides synthétiques, la lutte biologique s'avère une mesure très prometteuse.

Dans la recherche des méthodes de lutte alternatives, le règne végétal offre beaucoup de possibilité. Depuis des milliers d'années, l'humanité a utilisé diverses plantes trouvées dans son environnement, afin de traiter et soigner toutes sortes de maladies. Ces plantes représentent un réservoir immense de composés potentiels attribués aux métabolites secondaires qui ont l'avantage d'être d'une grande diversité de structure chimique et ils possèdent un très large éventail d'activités biologiques. Cependant l'évaluation de ces activités demeure une tâche très intéressante qui peut faire l'intérêt de nombreuses études.

C'est dans cette perspective que nous avons essayé d'étudier l'action de quelques extraits aqueux des plantes sur la croissance des champignons de flétrissement et détérioration de pois chiche comme substances naturelles alternatives des produits chimiques utilisés. Les extraits des plantes peut offrir une méthode de lutte alternatives aux fongicides utilisés dans la lutte contre les agents pathogènes en général et le Foc en particulier. Dans le but de chercher d'autres alternatives de lutte contre ce champignon, entre autres par le biais des extraits bioactif des plantes, nous étudions dans ce travail l'interaction entre une espèce de *Fusarium* à savoir le *F. oxysporum* avec quelques extraits aqueux de 6 plantes (*Rosmarinus officinalis*, *Thymus pallissens*, *Schinus molle*, *Pinushalepensis*, *Artemisia herba alba*, *Laurisnobilis*).

-Alors, l'objectif du présent travail est de tester, in vitro, l'activité antifongique des extraits aqueux, dont les principaux objectifs de ce travail consistent à :

- Rechercher l'effet inhibiteur des extraits aqueux des six plantes médicinales sur le FOC.
- L'étude de l'effet antifongique de la poudre de ces plantes in vivo, afin de tester l'effet de ces produits sur les mécanismes de résistance des plantules de pois chiche déjà traitées par la poudre des plantes test.

Dans le cadre de cette étude, ce mémoire est composé de deux parties. La première partie propose une mise au point bibliographique, qui présente le pathosystème agent pathogène et la plante hôte. Dans la seconde partie (pratique), nous avons décrit le matériel et les méthodes utilisées. Les résultats obtenus sont présentés et discutés dans le chapitre III. Le manuscrit est achevé par une conclusion générale, les annexes et la liste des références bibliographiques.

Chapitre I:
Synthèse
Bibliographique

1. Pois chiche

1.1. Origine et historique

Le pois chiche est probablement originaire du Moyen-Orient, plus précisément du Sud-Est de la Turquie et de la Syrie (Saxena, 1984 ; Singh, 1997). Des restes carbonisés découverts au Proche-Orient indiquent que cette espèce était cultivée au VII^{ème} millénaire avant notre ère avec les céréales, le petit pois et la lentille (Vanier, 2005 ; Redden et Berger, 2007).

Le pois chiche a été disséminé depuis ce temps pour devenir une culture importante des environnements subtropicaux et la région méditerranéenne (Muehlbauer et Rajesh, 2008; Kumaret Abbo, 2001).

1.2. Importance de pois chiche

1.2.1. Dans le monde

Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est largement cultivé à travers le monde et occupe la troisième position chez les légumineuses alimentaires en termes de surfaces cultivées (11,97 million ha; FAOSTAT-Agriculture, 2010). Le pois chiche est considéré comme une source essentielle de protéines dans de nombreux pays, en particulier dans le Sud et l'Ouest de l'Asie et en Afrique du Nord. La moyenne annuelle produite dans le monde entier (0,78 t ha⁻¹) est considérée comme beaucoup plus faible que son rendement potentiel (Singh et al., 1994). Plusieurs contraintes biotiques et abiotiques causent environ 4,8 et 6,4 millions de tonnes de pertes de rendement globaux annuels. (Pande et al, 2005).

La production mondiale du pois chiche a connu, durant la dernière décennie, une tendance à l'augmentation relativement marquée avec un taux d'accroissement de 56%, et une production moyenne décennale de 8 736 391 tonnes; alors que les superficies consacrées n'ont augmentées que de 26% avec une moyenne décennale de 10 662 444 ha (FAO, 2001-2010). L'Inde est le premier producteur mondial avec près de 70% de la production (7 480 000 tonnes) et représente à elle seule 2/3 des surfaces dédiées à cette culture (8 210 000 ha), tandis que la production totale de l'Australie, le Pakistan, la Turquie, le Myanmar, l'Éthiopie, l'Iran, le Mexique et le Canada, représentent environ 27% de la production mondiale (FAO, 2010).

1.2.2. Dans L'Algérie

Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.), l'une des plus importantes légumineuses à graines en Algérie, occupe la deuxième position après la fève-fèverole. La majeure partie des superficies cultivées de cette espèce est concentrée à l'Ouest du pays, particulièrement, dans les régions

de Tlemcen et Ain-Temouchent, qui sont caractérisées par un climat humide à subhumide (MADR, 2014). Cette espèce est cultivée sur une superficie annuelle moyenne de 33 mille ha soit 36.78% de la superficie des légumineuses à graines. La production, est caractérisée par des fluctuations interannuelles, de l'ordre de 351 mille quintaux avec un rendement moyen de 10 q/ha (MADR, 2014). Pour combler le déficit de la production en pois chiche et de satisfaire les besoins de la population algérienne, le gouvernement a fait recours à des importations massives, de l'ordre de 66 mille tonnes en 2011 (FAO, Stat, 2013)

1. 3. Taxonomie et caractéristiques botaniques

Sur le plan taxonomique, Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) appartient au genre *Cicer* à la classe des Dicotylédones, à la sous-classe des Dialypétales, l'ordre des rosales, famille de *Fabaceae*, la sous-famille des *Papilionaceae*, Règne : *Plantae* et à la section *Monocicer* (Bock, 2009; Yadav *et al.*, 2007)

Sur le plan botanique, Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est une espèce herbacée, annuelle, diploïde ($2n = 16$ chromosomes), autogame, présentant moins de 1% d'hybridation naturelle et diploïde ($2n = 16$ chromosomes). (Singh et Reddy, 1991).

2. les maladies de flétrissement vasculaire

2.1. Symptômes du *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris*

il-y-a deux types de symptôme peuvent apparaître : le flétrissement vasculaire causé par les races 1A, 2, 3, 4, 5 et 6 et le jaunissement foliaire causé par les races 0 et 1B/C (Jiménez-Gasco *et al.*, 2001). Ces deux pathotypes du *F. o. c.*, se distinguent par la différence entre les deux syndromes où, le pathotype de jaunissement induit un jaunissement foliaire progressif avec une décoloration vasculaire. En revanche, le pathotype de flétrissement induit une chlorose sévère avec une décoloration vasculaire et un flétrissement brutal des feuilles (Kaiser *et al.*, 1994 ; Jiménez-Gasco *et al.*, 2004). Selon Haware et Nene (1980), dans les deux cas, la maladie peut apparaître à n'importe quel stade de croissance de la plante hôte. C'est pourquoi chez une variété hautement sensible, les symptômes peuvent se développer au 25ème jour ou parfois bien avant, juste après la levée (Navas-cortès *et al.*, 2000).

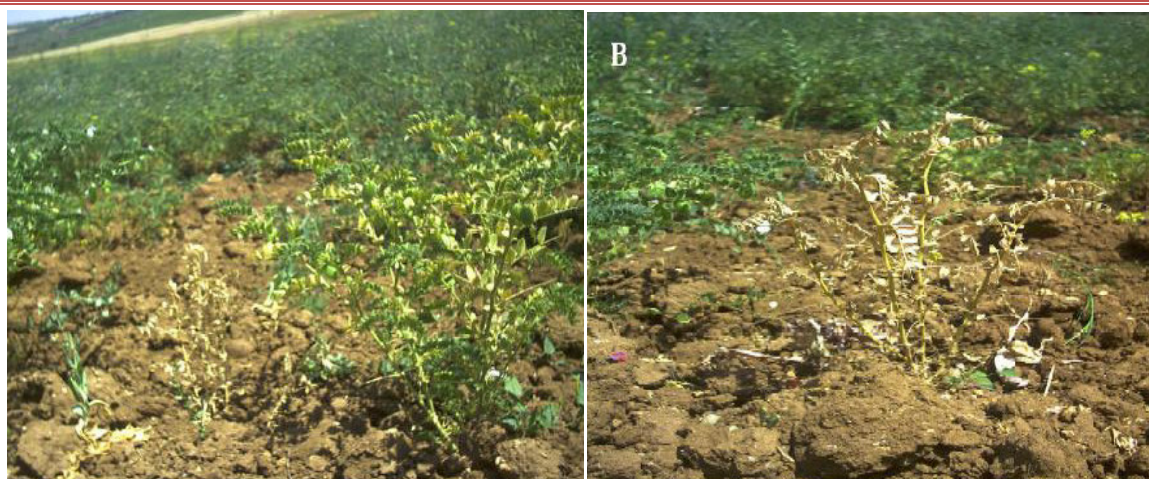


Figure 1 : Symptômes observés en plein champ :A) flétrissement vasculaire précoce dans B. Symptômes de flétrissement vasculaire tardif source (Moutassem, 2008)

2.2. L'agent pathogène *Fusarium*

2.2. 1.Taxonomie et biologie

Le genre *Fusarium* a été découvert par Link en 1809. Il est délimité dans son sens actuel par Appell et Wollenweber (1910) et correspond à la forme de reproduction asexuée. Il appartient au phylum des *Deutéromycètes* (champignons imparfaits), car la reproduction sexuée chez la plupart des espèces n'a pas été observée. Il appartient à la sous-classe des *Hyphomycètes* à conidiophores réunis en sporodochie et à la famille des *tuberculariacées*, il fait partie de la section *Elegans* (Nelson *et al.*, 1983).

2.2..2 Morphologie

Le *Fusarium* se multiplie par voie végétative ou par l'intermédiaire de spores asexuées. Cette forme imparfaite (anamorphe) est caractérisée par un mycélium septéramifié (Belabid, 2003). Le *Fusarium* produit trois types de spores asexuées : des *microconidies*, des *macroconidies* et des *chlamydospores* (Nelson *et al.*, 1983 ; Llorenset *al.*, 2006).

Sur le milieu PDA (Potato Dextrose Agar), les espèces appartenant au genre *Fusarium* peuvent varier d'apparence. Généralement, au début de la croissance, le mycélium aérien est blanc et peut ensuite changer vers une grande variété de couleurs (du violet jusqu'au pourpre foncé) selon l'isolat. En revanche, si les sporodochiums (amas de conidiophores provenant d'un stroma ou masse d'hyphes) sont abondants, la culture apparaîtra avec une couleur crème ou orange (Smith *et al.*, 1988).

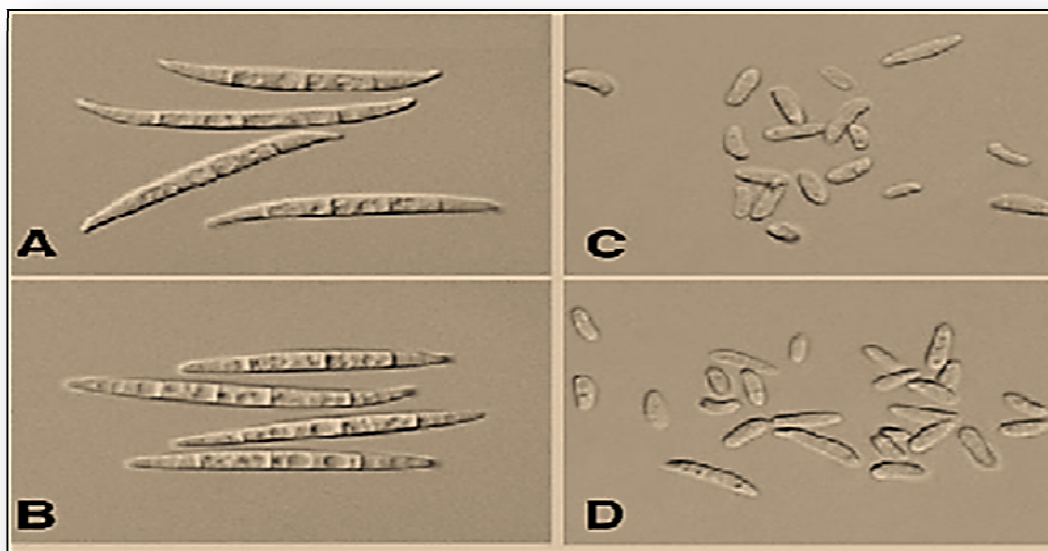


Figure 2. A–B: Macroconidies; C–D: Microconidies; (Leslie & Summerell, 2006)

2.2. 3. Biologie et épidémiologie de la maladie

L'infection primaire se fait au moyen des chlamydospores. Leur germination dans le sol peut être inhibée par les exsudats des racines du pois chiche, phénomène qui a son importance dans la résistance de la plante à la maladie (Haware et al. 1986).

Le tube germinatif qui s'introduit à travers l'épiderme du système racinaire envahit les vaisseaux du xylème. Le développement du champignon (mycélium et conidies) obstrue ces vaisseaux, ce qui induit par conséquent un flétrissement des plantes accompagné d'une coloration des tissus vasculaires (Gupta et al. 1986).

L'infection s'accompagne d'une réduction de la chlorophylle et parallèlement à une augmentation des acides organiques, des polyphénols et des hydrates de carbone. Les symptômes peuvent se manifester à deux stades de développement de la culture. Ils apparaissent au stade plantule, trois semaines après le semis: les feuilles des plantes affectées montrent une flaccidité suivie d'une coloration vert terne et d'un dessèchement conduisant à la mort précoce de la plante. Il s'agit d'un flétrissement typique. Les symptômes peuvent se manifester aussi chez les plantes adultes sous forme d'un jaunissement progressif de bas en haut avec une nécrose des folioles. Il s'agit d'un flétrissement tardif appelé aussi jaunissement vasculaire. Dans les deux cas, les racines des plantes affectées gardent une apparence saine et leurs tiges montrent une coloration brune des tissus internes quand elles sont sectionnées verticalement (Haware 1990) Il est probable que ces deux types de symptômes soient induits par des biotypes différents de l'agent pathogène (Cabrera de la Coha et al. 1987).

2.2.4. cycle de vie F.O.C

Le cycle biologique débute par une phase saprophytique du champignon, dont elle persiste dans le sol sous forme de chlamydospore (AkhtarAyyub, 2001).ces formes de conservations endormis et immobiles dans les tissus des plantes infectées restent à stimuler pour germer, par les exsudats racinaires ,les éléments nutritifs présentes dans le sol, et les condition climatiques favorable (Backman et Turner, 1989).

La germination des conidies est effectuée sur les hyphes dans les tissus des plantes mortes dans le sol (AktarAyyub, 2001).cette germination est accomplie entre 6 à 8 heures dans les condition favorables .cependant, celle-ci est effectuée dans de 2 à 3 jour si les conditions sont défavorables (AkhtarAyyub, 2001).

Le processus de l'infection est très complexe, et requête une série de processus hautement réguliers (Groenewald, 2005).Elle commence par l'adhésion des hyphes avec un mécanisme non spécifique sur la surface des racines comme une étape préparatrice de la pénétration (Groenewald, 2005). Le pathogène diffuse dans les régions apicaux des racines et colonise les cellules épidermique hôtes ou non hôte (Groenewald, 2005).

Durant la colonisation, champignon envoie son mycélium dans les espaces intercellulaires à travers le cortex de la racine jusqu'à ce qu'il arrive aux vaisseaux du xylème (Groenewald, 2005). L'expansion fongique du système vasculaire de l'hôte est souvent rapide et fréquemment facilité par la formation de macroconidie dans les vaisseaux (Groenewald, 2005).

Le pathogène survit dans les débris des plantes infectées sous forme mycélienne et les autres formes de sporulation ,mais le plus communément comme chlamidospores dans les régions ou température est plus basse (Groenewald, 2005).

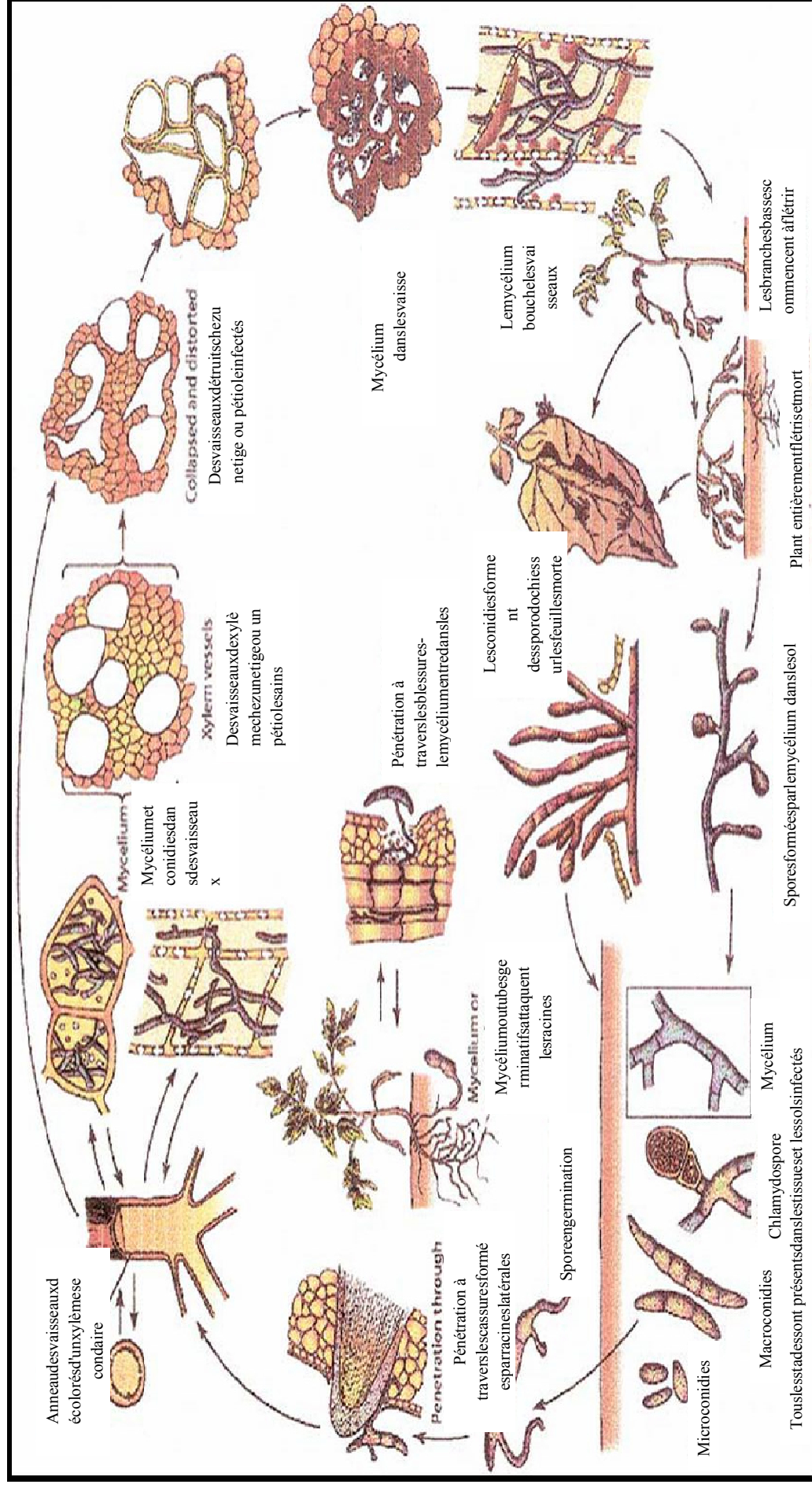


Figure3 : Cycle de vie de l'agent pathogene de *Fusarium oxysporum* d'après Agrios, (2005)

3. Moyenne de lutte

3.1. Pratiques culturales et traitement des semences

Ladatedesemistellesemisprécoceendébutd'hiversousclimatméditerranéen,peutralentirledéveloppementduchampignon (Navas-Cortes & al., 2000).

Entoutétatdecause,larotationculturalenepeutêtreadoptéepouréradiquerlamaladievuquelechampignonpeutsurvivre dans lesol pour unelongue durée (Haware, 1990).

Enrevanche,l'utilisationdeproduitschimiquesrestetoujoursutilepourlimiterl'infection.Ainsi,le trempagedessemencesdansdifférentsfongicides(captafol,thirame,benomyl,thiophanatedeméthyleetlemanèbe),estutilisépourcontrôlerlamaladie(Brayford,1992).

Comméthodephysique,Lasolarisationpeutinduireuneréductionsignificative del'indicedelamaladie.L'effetdecette techniqueestproportionnelàlatempératureaccumuléeaucoursde lasolarisation (Arora&Pandey, 1989).

3.2. La Lutte biologique

L'utilisationabusivedes produits chimiques à traversle monde,a montré leur limitesurleplanefficacitéetenvironnemental.Aceteffet,laluttebiologiquecontreléflétrissementfusariendupoischicheparl'utilisationd'agentsbiologiques,devientuneméthodedelutteprometteuse. Plusieurs types de micro-organismes capables de limiter la gravité des fusarioses, ont été isolés: *Trichoderma* spp. (Sivan & Chet, 1986), *Pseudomonas* spp. et autres souches non pathogènes du genre *Fusarium* (Alabouvette & al., 1987).

L'efficacité des espèces de *Trichoderma* a été améliorée par combinaison avec le produit carboxin. Lors d'essais expérimentaux, l'utilisation combinée de *Trichoderma harzianum* (10^6 spores/m l/10 g de semence) avec la carboxine (2g/Kg de semence), pour le traitement de semences a augmenté le taux de germination d'environ 12 à 14%, a réduit l'incidence du flétrissement de 60,3% à 44,1%, et une augmentation du rendement en graine de 42,6 à 72,9%, durant l'expérimentation (Dubey & al., 2007).

3.3. La lutte intégrée

Selon Singh *et al.*, (1993), le traitement des grains du pois chiche par une suspension sporale d'un agent de lutte biologique *Gliocladium virens* et Foltaf à 2g/Kg réduit considérablement le flétrissement vasculaire. D'autres auteurs, ont proposé la

Carboxine avec le même agent de lutte biologique. La solarisation des sols pendant 6 semaines combinée avec l'inoculation des mycorrhizes (*Glomus fasciculatum*) suivi d'un traitement avec du Carbosulfan peuvent réduire le flétrissement du pois chiche (Mukerjiet al., 2009).

Enfin, d'autres travaux ont montré que l'application de *T. harizianum* avec des traitements fongicides (Vitavax et Ziram) sur des graines, réduit l'incidence de la fusariose (Kaur et Mukhopadhyay, 1992).

4. Application des extraits des plantes dans la lutte contre les agents phytopathogènes

Les plantes supérieures contiennent une large gamme de métabolites secondaires tels que les phénols, flavonoïdes, quinones, les tanins, les huiles essentielles, les alcaloïdes, les saponines et les stérols. Ces produits chimiques d'origine végétale peuvent être exploités pour leurs propriétés biologiques différentes (Tripathi et al., 2004). Les plantes terrestres produisent une gamme de produits naturels, à savoir les terpènes, les composés phénoliques et les alcaloïdes. Beaucoup d'entre eux sont considérées comme ayant une fonction écologique pour les plantes qui les produisent, servant à défendre les plantes contre les herbivores et les pathogènes (Isman et Akhtar., 2007). Une telle chimie défensive est pensée pour être extrêmement répandue parmi le règne végétal.

Les littératures documentant l'activité biologique des dérivés de plantes à différents organismes nuisibles continuent à se développer, mais seulement une poignée de plantes sont actuellement utilisés dans l'agriculture dans le monde industrialisé. Dans le cadre de la gestion des ravageurs agricoles, les pesticides botaniques sont bien adaptés pour une utilisation dans les pays industrialisés et peuvent jouer un rôle beaucoup plus important dans la protection post-récolte des produits alimentaires dans les pays en développement (Isman, 2006). Parmi les différents produits d'origine végétale, l'application d'huiles essentielles est une méthode très intéressante pour contrôler les pertes post-récolte. Production d'huiles essentielles de plantes semble être principalement un mécanisme de défense contre les pathogènes et ravageurs (Oxenham., 2003). Les huiles essentielles et leurs composants sont susciter un intérêt grandissant en raison de leur statut relativement sûr, une large acceptation par les consommateurs et leur exploitation pour le potentiel des usages multiples (Feng et Zheng., 2007). Le problème du développement de souches résistantes de champignons et autres organismes peut être résolu par l'utilisation d'huiles essentielles de plantes supérieures que les

fumigènes dans la gestion des ravageurs des stocks en raison de la synergie entre les différentes composantes des huiles (Varma et Dubey., 1999; Dubey et al., 2006).

L'activité antifongique des huiles essentielles est bien documentée et caractérisée par leur bioactivité en phase vapeur. Les activités de pesticides d'huiles essentielles sont dues à la présence de certains composés aromatiques. Fumigation avec de tels composés d'arôme réduit considérablement après la récolte carie sans provoquer de toxicité (Chu et al., 2001;.. Liu et al., 2002). Récemment, certains monoterpènes isolés à partir d'huiles essentielles présentent une activité fongicide et ont été montré pour empêcher la pourriture fongique des légumes sans en altérer le goût et la qualité (Oosterhaven., 1995). Les propriétés fungitoxiques d'huiles essentielles de plantes supérieures sont bien documentées, mais peu d'attention a été accordée à la bioactivité des constituants d'huiles essentielles. Cependant, plus de travail sur la bioactivité des produits végétaux, y compris l'huile essentielle et des constituants in vitro et dans des conditions in vivo est requise. La littérature est également muette sur le mode d'action des huiles essentielles et des composants lorsqu'ils sont utilisés comme fungitoxiques post-récolte. (Oosterhaven., 1995).

Chapitre II :
Matérielle et
méthode

1. Matériels biologiques

1.1. Matériels fongique

La souche de *Fusariumoxysporum* (FOC) utilisée dans cette étude a été fournie par le laboratoire phytopathologie de l'université BBA. Cette souche a été isolée à partir des plantes malades présentent des symptômes de flétrissement du pois chiche.

1.2. Matériels végétales

A partir des recherches antérieures, et les usages traditionnels appliqués ; Six plantes médicinales à savoir, *Schinus molle*, *Thymus pallissens*, *Artemesia herba alba*, *Rosmarinusofficinalis*, *Pinushalpensis* et *Laurusnobilis* sont celles choisies pour cette étude. De différentes familles, Ces plantes ont été récoltées au mois de janvier (2017) de différentes régions dans la willaya de Bordj Bou Arreridj et la willaya de Mascara.

Tableau 01: Présentation des plantes aromatiques testées.

Nom scientifique	Famille	Région	Date de récolte
<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae	Djaafra (BBA)	18-01-2017
<i>Laurusnobilis</i>	Lauraceae	Djaafra (BBA)	18-01-2017
<i>Thymus vulgaris</i>	Lamiaceae	Mascara	15-01-2017
<i>Rosmarinusofficinalis</i>	Lamiaceae	Ben daoud(BBA)	22-01-2017
<i>Artemisia herba alba</i>	Asteraceae	Ben daoud(BBA)	22-01-2017
<i>Pinushalepensis</i>	Abiétacées	Harraza(BBA)	15-01-2017



Figure 4.1 : 1 : *S. molle*, 2 : *R. officinalis*, 3 : *T. pallissens*, 4 : *P. halepensis*, 5 : *A. herba alba*, 6 : *L. nobilis*)

Tableau 02 : nomination ,systématique et caractère botanique de la plantes testés :

	Nom scientifique	Systématique	
1	<i>Artemisia herba alba</i> L'armoise ; Chih	Embranchement:Angiospermeae Classe : Dicotylédones Ordre : Gampanulatae Famille :Asteraceae Genre : Artemisia Espèce :<i>ArtemisiaHerba alba</i>	<i>Artemisia herba-alba</i> C'est une plante à tige élancée pouvant atteindre 1,5 m de haut, les feuilles inséré isolément sur chaque nœud de la tige et à des hauteurs différentes, vert foncédessus, et blanche et cotonneuse dessous. Les fleurs jaunes hémisphériques n'ont pas toujoursune odeur agréable, et sont regroupées en petits capitules et disposées en petits épis axillairesdont la réunion. Le fruit est ovale et lisse originaire d'Europe(Azzeddine et Guellil, 2007)
2	<i>Schinus molle</i> L	Embranchement :Spermaphytes Classe : Magnoliopsida Ordre : Sapindales Famille:Anacardiaceae Genre : Schinus L Espèce : <i>Schinus molle</i> L	Schinus molle est un arbre à feuilles aromatiques (Bonnier, 1990) etpersistant à tronc de 5 à 10 m de hauteur, ramure arrondie, lesfeuilles sont vertes de 2 à 6 cm de longueur.Les fleurs sont jaunes verdâtres en panicules. Les fruits pisciformes, de couleur rose,mesurent environ 8mm de diamètre (BELOT, 1978).est un arbre originaire d'Amérique du Sud, introduit dans la plupart des régions tropicales et subtropicales (Olafssonet al., 1997).et s'adapte à tous les climats, mais il se plait généralement sur le littoral

			méditerranéen (Taylor, 2005).
3	<i>Rosmarinus officianalis</i> Rose marine , Romarin des troubadours, Appellation populaire : IKlil ou Aklil ,azir	Embranchement : Spermaphytes Classe : Dicotylédones Ordre : Tubiflorales Famille : Lamiaceae Genre : Rosmarinus Espèce : <i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i> C'est une plante destrate herbacée, odorante à tige quadrangulaire, à feuilles opposées décussées sans stipules, rigides brillantes bord repliés verdâtres, blanchâtres en dessus de 1,5 à 3mm, et fleurs réunies en cymes axillaires plus ou moins contractées, simulant souvent des verticilles ou encore condensées au sommet de tige et simulant des épis (MESSAILL, 1995). Il répartition tout au long de la mer méditerranéenne et l'Europe (Guinochet, 1973).
4	<i>Thymus palissens</i> (Le thym Appellation Population : Zaatat	Embranchement : Spermaphytes Classe : Eudicots Ordre : Lamiales Famille : Lamiaceae Genre : Thymus Espèce : <i>Thymus palissens</i> (L.)	<i>Thymus palissens</i> est une plante vivace de 5-30 cm, verte glabrescente ou peu velue ; aromatique ; souche peu épaisse, émettant de longues tige couchées- radicales , formant un gazon assez serré ; rameaux assez allongés , brièvement pubescents tout autour ; feuilles petites , ovales en coin ou linéaire-oblongues (4-6 mm de long) , atténuées et longuement ciliées à la base, glabre sur les faces, à nervures saillantes ; inflorescence en tête globuleuses ou ovoïdes ; calice poilu tout autour ou labre en dessus (morales 1997)

5	<i>Pinus halepensis</i> (Le pin d'alep)	Embranchement :Spermaphytes Classe : Vectrices Ordre : Pinales Famille : Abiétacées Genre : Pinus Espèce :<i>Pinus halepensis</i>	Le pin d'alep(<i>pinushalepensis</i>) est une des essences forestières les plus typiques et les plus importantes du midi méditerranéen. Il peut atteindre 20 mètres de hauteur et possède un tronc souvent penché et tortueux ; des aiguilles disposées par 2 sur le rameau. Elles sont fines, souples, d'un vert clair et longues de 6 à 10 cm : les cônes sont longs coniques, ovoïdes de 6 à 12 cm de couleur ocre clair cendré, contenant des graines ailées comestibles. Les bourgeons sont ovoïdes. Aigus d'un brun rougeâtre à écailles libres réfléchies au sommet (kadik, 1987)
6	<i>Laurus nobilis</i>	Embranchement :Spermaphytes Classe :Dicotylidone Ordre :Laurales Famille :Lauraceae Genre :Laurus Espèce :<i>Laurusnobilis</i> L	Arbre de 2 à 10 m, aromatique glabre, à rameaux dressés, feuilles alternes, persistantes, elliptiques, longues de 16 cm sur 8 cm de large, entières, ondulées aux bords, fleurs dioïques blanchâtres, odorantes, en petites ombelles axillaires pédonculées (BELOUED, 2001). Le fruit est une petite baie ovoïde de 2 cm de longueur sur 1cm de largeur, noir vernissé à maturité (Yakhlef,2010). C'est un arbre dioïque (Fig.). Les jeunes rameaux, flexibles et de couleur vert, portent des feuilles alternes, ovales lancéolées à bord ondulé (Maurice, 2014)

2. Méthodes de travail

2.1. Préparation des extraits aqueux

La technique utilisée pour la préparation de l'extrait aqueux est celle décrite par Motaheret *al*, (2013). Les feuilles fraîches de six plantes médicinales (*Tpalissens*, *S molle*, *A herba alba*, *Rofficinalis*, *Phalpensis* et *L nobilis*) sont lavées à l'eau distillée stérile séchées et broyées en poudre fine, (30g) est dissout dans 150 ml d'eau distillée stérile, chauffé pendant 1h à 45°C puis laissée reposé pendant 24h.

Après microfiltration, à travers un micro filtre de 45µm, l'extrait aqueux (qui correspond à une concentration de (200mg/l) sera par la suite utilisé pour la préparation de concentrations destinées aux différents essais.



Figure 5. Les extraits aqueux de six plante (A : *Tpalissens*, B : *P helpensis*, C : *Rofficinalis*, D : *L nobilis*, E : *S molle*, F : *A helba alba*)

2.2. Teste biologique

2.2.1.Évaluation de l'effet inhibiteur de la germination des spores par les extraits aqueux

L'obtention d'une suspensionsporale a été effectuée selon la technique de Calvet et *al*, (1990), qui consiste à mettre de 5 a 6 fragment d'un culture de Foc âgée entre 7 a 10 jours mesurent 0.5mm dans des erlenmeyers contenant chacune 200 ml de bouillon de la pommes de terre (PDB) préalablement autoclaves à 105°C pendant 20 min. le mélange a été bien agité pendant 1 heurs en utilisant un agitateur magnétique. Après une semaine d'incubation a 25°C, la suspension de spores a été ajustée à 10^6 spores / ml.

La détermination de la sensibilité des champignons pathogènes aux extraits impose des méthodes rapides, précises et normalisées. La technique utilisée dans cette étude est celle de l'incorporation directe de l'extrait aqueux au milieu de culture PDB. La méthode de contact direct est utilisée en vue de déterminer les extraits actifs par l'évaluation du taux d'inhibition de la germination. Des différentes concentrations de l'extrait correspondant à (50%, 25%, 10%,

5% et 1%) ont été additionnées aux milieux PDB chargé préalablement avec l'inoculum de Foc au chaque tube contient 10 ml de suspension sporale. Après l'agitation des tubes, puis incubées à 25°C. La mesure de germination des spores, après 24h, 48h et 72h avec la malassez sous un microscope.

Une tube contenant le milieu de culture PDB et l'inoculum sans extrais pour service de témoin.

2.2.2. Evaluation de l'activité antifongique de la poudre des plantes testées (in vivo)

2.2.2.1. Préparation de l'inoculum du (FOC)

Selon la méthode de Trapero-Casas et Jiménez-Díaz, 1985, dans des sacs de 3kg en de plastiques contenant du sable tamisé et ajouté de la farine de maïs humidifié par l'eau distillée, selon la proportion de 9/1/2 respectivement. Le mélange est stérilisé à l'autoclave pendant 20min à 120°C, puisensemencée par 20 explants de 8mm de diamètre prélevé à partir de culture de FOC âgées de 15 jours, l'incubation est réalisée pendant 21 jours. Une agitation des sacs tous les 3 jours est effectuée afin de permettre une colonisation homogène du milieu par le champignon. L'inoculum ainsi obtenu et incorporé dans des pots contenant le substrat de culture stérilisé à raison de 100g d'inoculum pour 1kg de substrat, ce dernier est composé d'un mélange de sable, terre et terreau selon les proportions respectivement de 1/1/1. Le semis est réalisé 15 jours après l'incorporation de l'inoculum au substrat, afin de permettre une meilleure colonisation par le champignon.

2.2.2.2. Traitement par la poudre des plantes

Dans des pots, la poudre des plantes *S. molle*, *T. pallidissens*, *A. herba alba*, *R. officinalis*, *P. halpensis* et *L. nobilis* ont été mélangés avec le substrat inoculé par le FOC de façon à obtenir les concentrations suivantes : 10%, 5% et 1%, dont 3 répétitions pour chaque traitement et chaque concentration ont été effectués.

2.2.2.3. Préparation des plantules (pré germination)

Les graines de chaque cultivar sont désinfectées superficiellement par un trempage dans d'eau de javel trois fois successives pendant 3 minutes, rincées trois fois successives à l'eau distillé stérile (Hibaret *al.*, 2005).

Après un séchage sur deux papier filtres stériles, les graines sont mises aseptiquement dans des boîtes de Pétri stériles contenant des papiers filtres imbibés d'eau distillée stérile, à raison de 30 graines réparties uniformément sur toute la surface de la boîte. La germination

des graines est assurée suite à l'incubation de ces boîtes dans une étuve réglée à 25 °C pendant quatre à cinq jours (Hibaret *al.*, 2005).



Figur 6 : la pré germination des grains de pois chiche

2.2.2.4. Ensemencement

Une fois celles-ci pré germées, le repiquage des graines est réalisé dans des petits pots (3 graines par pot), déjà traités par la poudre des plantes. La culture des plants est réalisée dans le laboratoire sous une température d'environ 25 °C et une photopériode de 12 heures. Les plants sont irrigués régulièrement avec de l'eau distillée trois fois par semaine. La culture de ces plants a duré environ trois semaines (Hibaret *al.*, 2005).

Pour le témoin les semences désinfectées ont été semées dans des pots contenant seulement le substrat infesté par le FOC.

2.3. Exploitation des résultats et analyses statistiques

Les estimations sont fondées sur l'observation des symptômes et la notation de l'incidence (I) et de la sévérité (S) de la maladie. Lors de chaque visite, l'incidence et la gravité de la maladie ont été évaluées selon les méthodes de (Trapero-Casas, 1983).

2.3.1. Mesure de l'Incidence

L'incidence est le pourcentage des plantes malades. Il nous donne une idée sur l'état de la population de pois chiche vis-à-vis de l'agent pathogène.

L'incidence est le moyen le plus rapide pour la mesure de la maladie ; il nécessite seulement le comptage du nombre d'unités malades qui peut être exprimé par un pourcentage du nombre total d'unités.

2.3.2. Mesure de la sévérité d'attaque

La sévérité ou la gravité de la maladie est obtenue selon l'évaluation visuelle de la proportion des tissus de la plante atteinte par le flétrissement ou le jaunissement. L'échelle de

notation utilisée par Trapero-Casas, (1983) a été appliquée le long de nos expérimentations. Cette échelle consiste à donner une note à la plante malade examinée en fonction de l'importance des symptômes observés :

- 0: pas de symptômes.
- 1 : jaunissement ou flétrissement du 1/3 de la plante.
- 2: mêmes symptômes mais affectant les 2/3 de la plante.
- 3: symptômes identiques affectant la plante entière.
- 4: plante morte.

Pour estimer la gravité de la maladie, l'indice moyen de gravité (*ISM*) a été calculé pour chaque parcelle.

$$ISM = \frac{\sum n_j \cdot x_i}{\sum n_j}$$

Où n_j est le nombre de plantes caractérisées par l'indice, x_i est l'indice de gravité de la maladie attribué aux plantes.

2.3.3. Calcul de l'Indice de Flétrissement (*DII*)

L'incidence *I* et la sévérité *S* sont utilisés pour le calcul l'index de l'intensité de la maladie *DII* où

$$DII = S \text{ ou } (ISM) \times I / 4$$

2.3.4. Calcul de l'AUDPC (Area Under the Disease Progress Curve)

La région sous la courbe du progrès de la maladie (*AUDPC*) est une méthode d'analyse qui permet de résumer les données de l'intensité de la maladie, en une seule valeur. Cette valeur est indispensable pour la comparaison entre les différentes épidémies à travers les années, les emplacements, ou les stratégies de la gestion (Cook, 2006 ; Sparks *et al*, 2008). Cependant, cette méthode est utile pour la description, l'estimation et la comparaison entre les épidémies causées par le FOC (Navas-Cortes *et al*, 2000). L'AUDPC est calculé en utilisant la formule suivante :

$$AUDPC = \sum_{i=1}^n [(x_{i+1} + x_i) / 2] (t_{i+1} - t_i)$$

Où x_i = la proportion des tissus ou le nombre de plantes malades à toute une seule mesure (intensité de la maladie) à l'observation i , t = temps (jours) après l'inoculation à

l'observation i , et n = le nombre total d'observations. La somme de régions individuelles trapézoïdes, ou régions de i à $n-1$. i et $i + 1$ représente des observations de 1 à n .

Les mesures des caractéristiques épidémiologiques (***I, S, DII***,) sont soumises à des analyses de variance, chaque variété étant représenté par trois répétitions pour un seul variable (variété) et deux variables (variété climat).

2.4. Dosage des polyphénols

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué avec le réactif colorimétrique Folin-Ciocalteu selon la méthode citée par (**Wong *et al.*,2006**). 200µl de chaque extrait (dissous dans le méthanol) ont été ajoutés à 1ml de réactif de Folin-Ciocalteu 10 fois dilué. Les solutions ont été mélangées et incubées pendant 4 minutes. Après l'incubation 800 µl de la solution de carbonate de sodium Na_2CO_3 (75g /l) a été ajoutée. Le mélange final a été secoué et puis incubé pendant 2 heures dans l'obscurité à température ambiante. L'absorbance de tous les extraits a été mesurée par un spectrophotomètre à 765 nm, selon le standard de l'acide gallique (voire l'annexe 3)

2.5. Dosage des flavonoïdes

La méthode de trichlorure d'aluminium (AlCl_3) citée par (**Djeridane *et al.*,2006**) et (**Boudiaf, 2006**) est utilisée pour quantifier les flavonoïdes dans nos extraits. 1 ml de chaque extrait et (dissous dans le méthanol) avec les dilutions convenables a été ajouté à un volume égal d'une solution d' AlCl_3 (2% dans le méthanol). Le mélange a été vigoureusement agité et l'absorbance à 430 nm a été lue après 10 minutes d'incubation.

Effectuer la même opération pour la quercitrine à différentes concentrations en introduisant 1 ml de ces dernières dans une série de tubes et ajout de 1 ml d' AlCl_3 à 2%. Le blanc est représenté par l'éthanol additionné à l' AlCl_3 , toutes les opérations sont réalisées en triplicata. Les concentrations des flavonoïdes contenus dans les extraits de les plantes étudiés sont calculées en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant la quercitrine comme standard, les résultats sont exprimés en µg équivalent en quercitrine/ mg de matière fraîche. selon le standard avec la Quercitrine (voire l'annexe 4).

2.3. Analyse statistique

Pour estimer les effets antifongique des extrais aqueux, une analyse de la variance (ANOVA) avec deux critères de classification a été effectuée en fonction l'espèce végétale et la concentration à l'aide du logiciel Statistica version 8.0. La comparaison des moyennes a été effectuée par le test de Tukey.

Chapitre III :
Résultat et
discussion

1. Résultats

1.1. Effet des extrais aqueux sur la germination des spores de Foc

L'observation microscopiques d'une goutte de la suspension sporale traitées par les extrais aqueux a montré effectivement un effet très important sur les spores du Foc. Des modifications profondes ont été observées après 48 h de traitement représentées par un rétrécissement, éclatement, inhibition totale ou partielle de la germination et une lyse des tubes germinatifs (Figure 7).

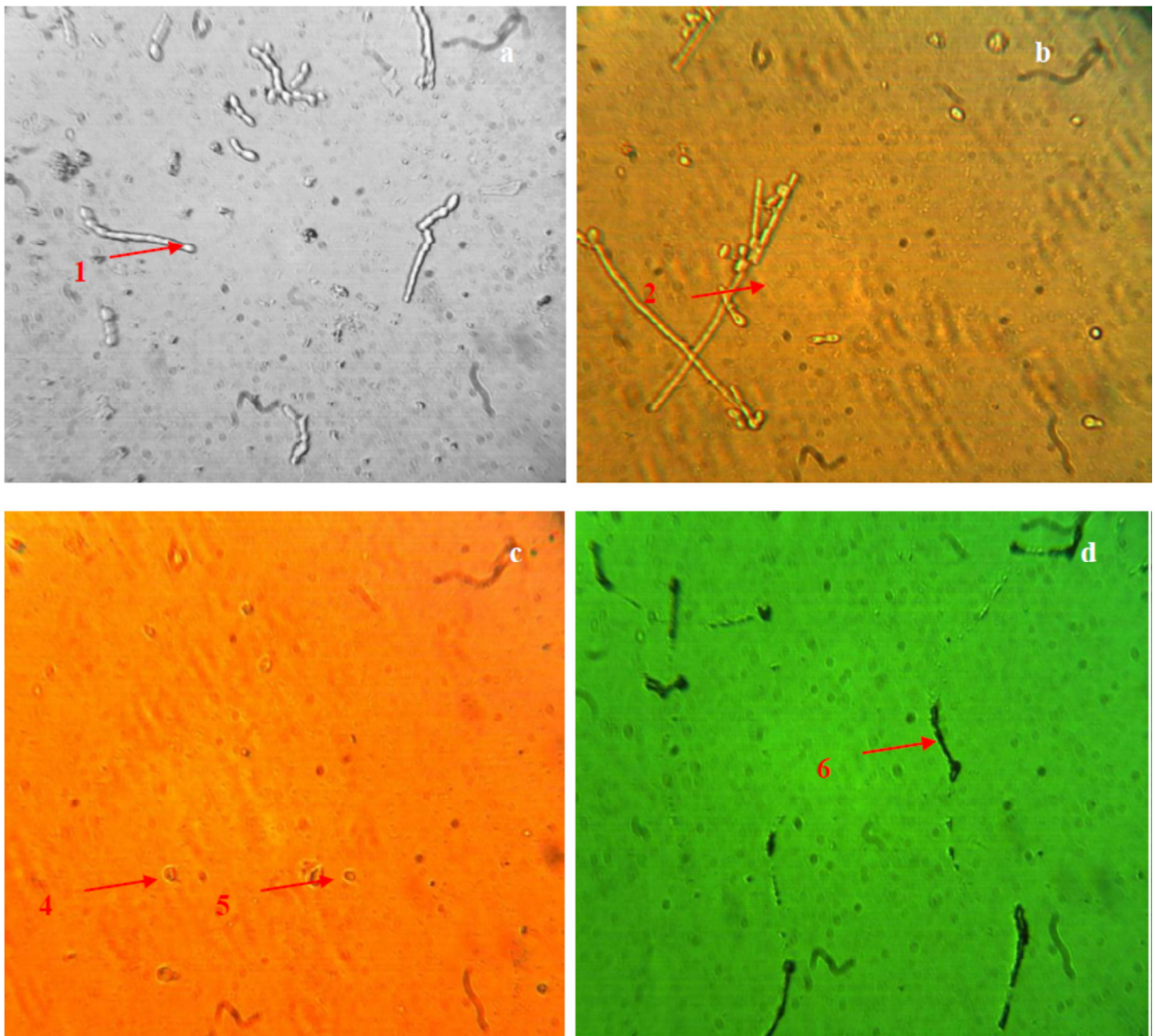


Figure7 : observations microscopiques des suspensions sporales traitées avec différents extrais aqueux : germination massive, rétrécissement, inhibition de la germination, éclatement et lyse du tube germinatif. (1 : inhibition partielle de la germination, 2 : lyse du tube germinatif, 4 et 5 : inhibition totale de la germination, 6 : rétrécissement)

Les tests antifongiques ont montré que tous les extraits aqueux de plantes utilisées possèdent une activité potentiellement inhibitrice de la germination des spores, dont l'efficacité varie en fonction de l'espèce végétale et la concentration de l'extrait. L'emploi de l'extrait aqueux des six plantes médicinales a permis de réduire significativement la germination du FOC, comparativement aux témoins non traitées (figure 7 et 8). Les taux d'inhibition (mesurés en pourcentage) sont représentés dans le tableau 3. Cette mesure nous a permis de classer les extrais testés selon leur degré d'efficacité contre l'isolat de FOC.

L'analyse de la variance (ANOVA) effectuée par le logiciel STATISTICA et les moyennes sont comparées par le test de Tukey à 5 %. Les principaux résultats obtenus de la recherche d'éventuelles corrélations (Tableau III), indiquent une corrélation positivement significative entre l'inhibition de la germination et le type de l'extrais aqueux.

L'espèce, la concentration et l'interaction entre les deux facteurs ont montré un effet très hautement significatif ($p \leq 0.05$) sur la variation du taux d'inhibition (tableau 3). Ce dernier effet a été expliqué par la séparation très nette des différents groupes homogènes des deux facteurs étudiés.

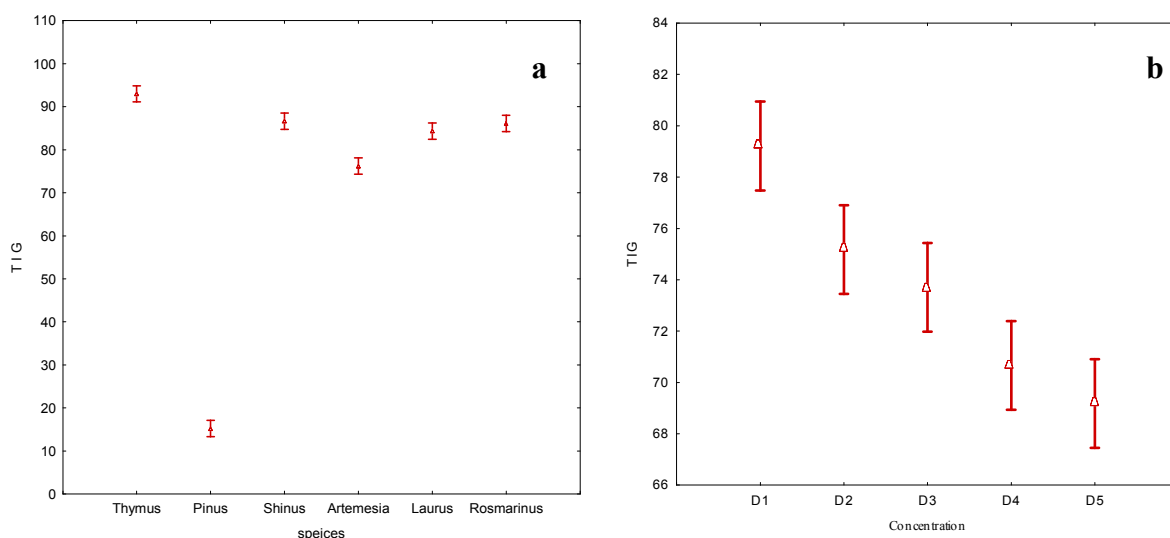


Figure 8 : L'étude comparative des taux d'inhibition de la germination de l'extrais aqueux de six plantes en fonction l'espèce végétales et la concentration de l'extrais.

L'étude comparative des taux d'inhibition de la germination de l'extrais aqueux de six plantes a montré une inhibition très supérieure pour les six plantes à savoir ; *T. pallissens*, *L.nobilis*, *A. herba halba* et *R.officinalis*. L'analyse des données mentionnées dont la figure 8 montre également des valeurs très proches et qui sont supérieures à(95%), dont l'extrait aqueux de *Thymus pallissens* a montré la plus grande valeur d'inhibition de la germination. Par contre, le pourcentage d'inhibition le plus faible est enregistré avec l'extrait aqueux de *Pinus halepensis* (5.41%).

Tableaux III. Effet des extraits aqueux sur la germination des spores. Les valeurs représentent la moyenne de 3 répétitions $\pm$ SE (Erreur standard) (voire l'annexe 5). Les lettres indiquent une différence significative entre les moyennes à $p < 0,05$.

	Espèce végétale	Dose ppm	Inhibition de la germination%
1	Thymus pallissens	10000	95,28 $\pm$ 0,28a
2	Thymus pallissens	5000	92,49 $\pm$ 0,37ab
3	Thymus pallissens	2500	93,69 $\pm$ 1,65 ab
4	Thymus pallissens	500	93,76 $\pm$ 1,46 ab
5	Thymus pallissens	100	89,77 $\pm$ 0,71 ab
6	Pinus halepensis	10000	25,54 $\pm$ 4,89e
7	Pinus halepensis	5000	19,47 $\pm$ 2,11e
8	Pinus halepensis	2500	14,65 $\pm$ 1,51ef
9	Pinus halepensis	500	10,43 $\pm$ 1,39fg
10	Pinus halepensis	100	6,01 $\pm$ 1,54g
11	Schinus molle	10000	88,89 $\pm$ 2,57abc
12	Schinus molle	5000	89,93 $\pm$ 0,90 abc
13	Schinus molle	2500	85,55 $\pm$ 1,08 abc
14	Schinus molle	500	84,54 $\pm$ 1,44bc
15	Schinus molle	100	84,34 $\pm$ 3,08bc
16	Artemesia herba halba	10000	93,39 $\pm$ 4,16ab
17	Artemesia herba halba	5000	85,56 $\pm$ 0,93abc
18	Artemesia herba halba	2500	80,06 $\pm$ 2,92c
19	Artemesia herba halba	500	63,62 $\pm$ 1,82d
20	Artemesia herba halba	100	58,44 $\pm$ 1,77d
21	Laurus nobilis	10000	84,69 $\pm$ 1,06bc
22	Laurus nobilis	5000	83,97 $\pm$ 1,88bc
23	Laurus nobilis	2500	84,29 $\pm$ 0,33bc
24	Laurus nobilis	500	83,18 $\pm$ 1,31bc
25	Laurus nobilis	100	85,60 $\pm$ 0,59abc
26	Rosmarinus officinallis	10000	87,48 $\pm$ 3,20abc
27	Rosmarinus officinallis	5000	79,63 $\pm$ 3,38c
28	Rosmarinus officinallis	2500	84,00 $\pm$ 1,31bc
29	Rosmarinus officinallis	500	88,48 $\pm$ 3,13abc
30	Rosmarinus officinallis	100	90,90 $\pm$ 0,63ab

Une gamme de concentration de 50%, 25%, 10%, 5% et 1% a été choisie. Elle a permis d'établir des courbes dose-effet (figure 8). La courbe exprime la relation entre la dose testée et l'effet antifongique montrant une activité dose-dépendante. En général, les résultats obtenus avec les différentes concentrations de l'extrait révèlent que l'activité inhibitrice croît au fur et à mesure que la concentration augmente.

L'effet de la concentration a montré aussi une division individuelle des groupes homogènes où il est noté 5 groupes qui représentent 5 concentrations différentes. La plus grande valeur de taux d'inhibition est observée sous la C1 cependant la plus faible quantité d'inhibition de la germination correspond à la C5.

La dose forte C1 (50%) semble plus intéressante pour l'inhibition de la germination de *Foc* comparée par les autres doses. En référant à la figure on constate un intervalle d'efficacité qui est supérieure à 78%. Par ailleurs, l'analyse de la même figure révèle une inhibition inférieure à 68% pour la dose C5 la plus faible.

L'interaction entre les deux facteurs (espèce végétale x concentration) a montré une variation de taux d'inhibition de la germination en fonction de l'effet combiné entre l'espèce et la concentration. A cet effet, les valeurs les plus élevées de la zone d'inhibition et qui est varié entre 95.28% et 89.77% sont observées avec l'espèce *Thymus pallissens* sous les concentrations les plus élevées et la plus faible.

L'analyse de données mentionnées dans le tableau montrent également un effet très prononcé des extraits aqueux d'*Artemesia herba halba* et *Schinus molle*. La dose C1 a montré un effet inhibiteur proche entre les extraits de deux plantes, dont le taux noté est de 93.39 et 89.93% à la concentration C1 et C2 respectivement.

En effet, le FOC s'est montré très sensible à la concentration C1 aux extraits aqueux de *Rosmarinus officinallis* et *Laurus nobilis* avec une inhibition de 90.90 et 84.69% respectivement, mais il paraît plus au moins résistant aux extraits aqueux de *Pinus halepensis* avec une inhibition de 25.54%. Par ailleurs, le taux d'inhibition moins important est noté pour le traitement effectué par l'extrait aqueux de *Pinus halepensis* 06.01% avec la concentration C5.

1.2. Effet de la poudre des plantes sur le flétrissement vasculaires de pois chiche in vivo

Les symptômes de la maladie ont été observés 20 jours après le semis dont le traitement par le poudre de *Pinus halepensis*, 23 jours pour le traitement *Shinus molle* et 27 jours après le semis pour le traitement par poudre de *l'Artemesia herba halba*, *Laurus nobilis*

et *Rosmarinus officinalis* et 39 jours après le semis pour le traitement par poudre de *Thymus pallissens*. Cependant, les symptômes ont été remarqués dans le contrôle positif 14 jours après le semis.

Les symptômes observés correspondent à un relâchement des pétioles, un jaunissement rapide des feuilles avec une couleur vert-terne, suivi du dessèchement de la plante entière. Le système racinaire des plantes malades présent une réduction des racines secondaires.

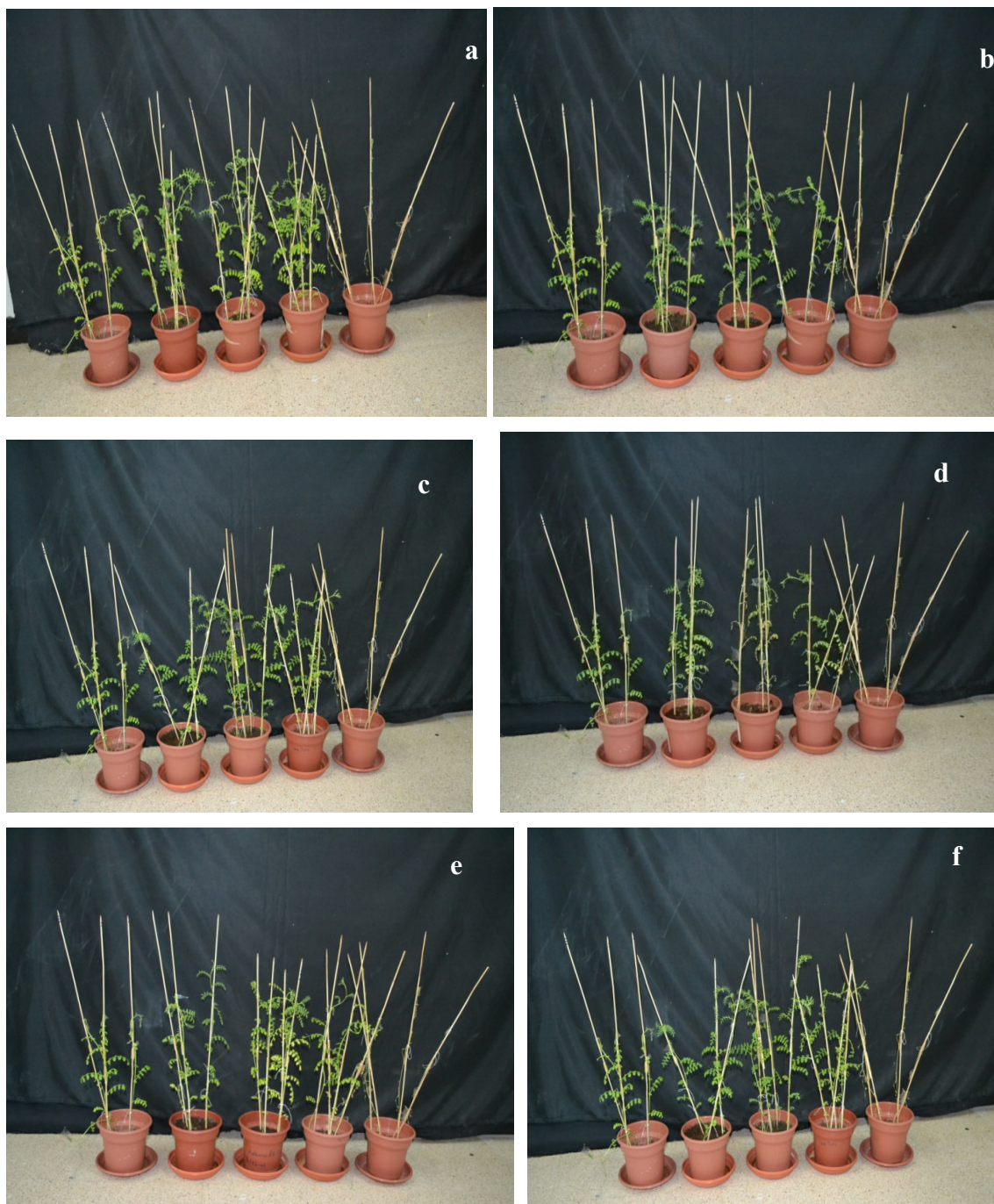


Figure 9 : symptômes de flétrissement vasculaire sur des plantules traitées par la poudre de six plantes (*a* : *S. molle*, *b* : *L. nobilis*, *c* : *R. officinalis*, *d* : *A. herba alba*, *e* : *P. helpensis*, *f* : *T. pallissens*)

Les poudres ont montré une diminution plus importante de la gravité de la maladie. D'après l'ANOVA, l'espèce, la concentration, et l'interaction entre les deux facteurs ont montré un effet très hautement significatif ($p \leq 0.05$) sur la variation de la valeur de l'AUDPC (voir annexe 1).

La figure ci-dessus ne désigne que le facteur espèce végétale présente un effet hautement significatif sur la variabilité des valeurs de l'AUDPC. Les résultats exprimant l'activité antifongique très prononcée in vivo de la poudre de *T. pallissens*, *L. nobilis* et *R. officinalis* dont les valeurs de l'AUDPC obtenus sont inférieures à 200. En revanche, la poudre de *Schinus molle* ainsi que de *Pinus halepensis* ont exprimés des valeurs supérieures à 600 de l'AUDPC ce qui traduit par une résistance du FOC contre ces deux plantes.

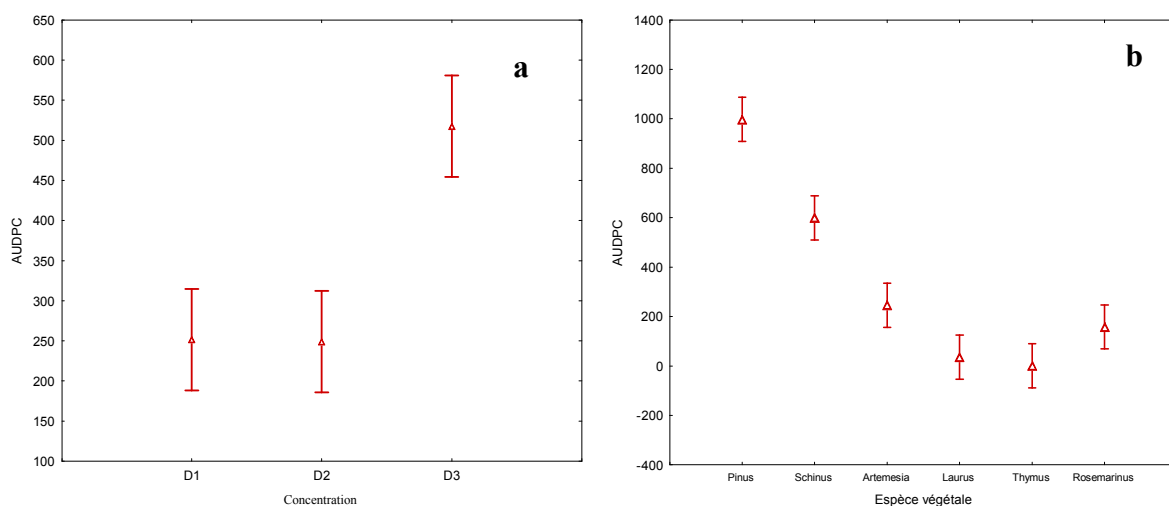


Figure 10 : L'étude comparative des taux d'inhibition de la germination de poudre de six plantes en fonction l'espèce végétale et la Concentration de la poudre.

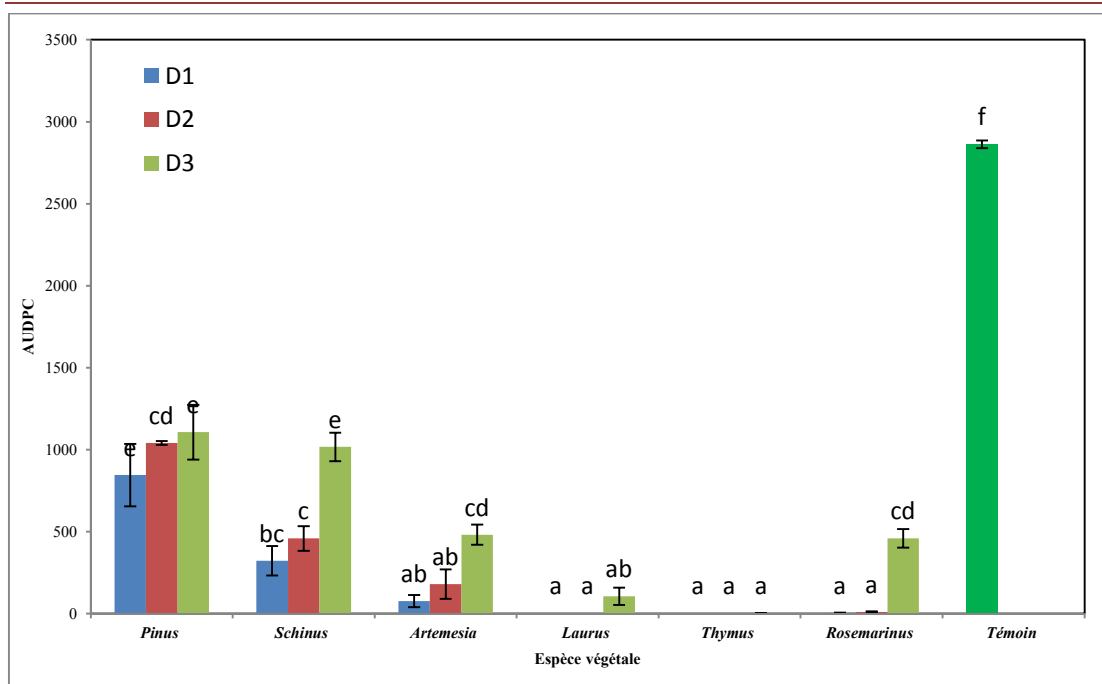


Figure 11 : L'effet des poudres de plantes in vivo sur le flétrissement vasculaires du pois chiche. Les données sont les moyennes de 3 répétitions de l'AUDPC $\pm$ ES. Les lettres indiquent une différence significative entre les moyennes à $p < 0,05$

Par ailleurs, le facteur concentration révèle différence fortement significative sur les valeurs de l'AUDPC. A la lumière des données indiquées dans la figure on constate les dose C1 et C2 ont montré des valeurs de l'AUDPC inférieures à 200. Par contre, la C3 affiche une efficacité moins comparée avec les doses C1 et C2, où les valeurs de l'AUDPC enregistrées sont supérieures à 550.

L'interaction entre les deux facteurs espèces végétale et concentration montre également un effet très hautement significatif. Les moyennes sont comparées par le test de tukey (5%) qui montre une division individuelle des groupes homogènes. A cet effet, les traitements par le poudre de *Thymus* (C1, C2 et C3), *Laurus* (C1, C2 et C3), *Rosmarinus* (C1 et C2) et *Artemesia* (C1) sont très efficace contre le Foc et représentent des valeurs de l'AUDC très faibles inférieures à 100. Par contre la poudre de *Schinus* et *Pinus* montrent moins d'efficacité comparées avec les autres plantes dont les valeurs d l'AUDPC constaté entre 350 pour la concentration C1 de *Schinus* et 1100 pour la concentration C3 de *Pinus*. L'analyse des valeurs de l'AUDPC montrent également une diminution de 100% de la gravité maladie pour les concentrations C1 et C2. Cependant, cette diminution est d'environ 98,5% pour les concertations C3.

1.3. Le taux des polyphénols et des flavonoïdes

Les analyses ANOVA effectuées sur le taux des polyphénols et flavonoïdes ont montré un effet hautement significatif au seuil 5% de l'espèce végétale, la dose ainsi que l'interaction espèce x dose.

L'analyse de la figure montre également un effet très hautement significatif de l'espèce sur le taux des polyphénols. A cet effet, le taux plus élevée des polyphénols est noté chez les plantules traitées par la poudre de *Schinus* (17.88) et *Artemesia* (30.13). Par contre les taux les plus faibles sont enregistrés chez les plantules traitées par la poudre de *Laurus* et *Thymus*.

Par ailleurs, le taux le plus élevé des flavonoïdes est constaté pour les plantes traitées par la poudre de *Schinus* (80.96) et *Laurus* (97.46). En revanche, les taux des flavonoïdes les plus faibles sont remarqués chez les plantules de pois chiches traitées avec la poudre d'*Artemesia* (53.66).

Le facteur concentration révèle aussi un effet très hautement significatif sur le taux des polyphénols, dont le taux des polyphénols augmente au fur et à mesure la diminution de la dose.

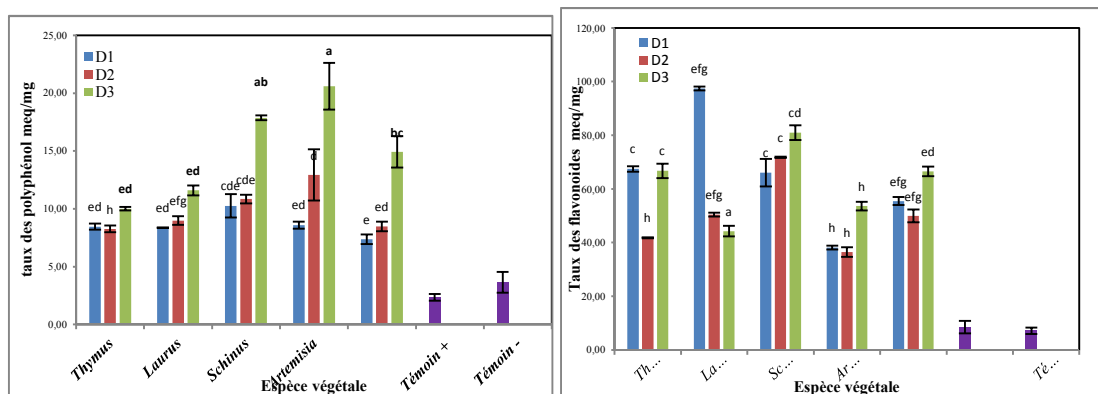


Figure 13 : Taux des polyphénols et des flavonoïdes des plantules traitées avec la poudre de cinq plantes. Les données sont les moyennes de 3 répétitions de taux des polyphénols ou des flavonoïdes $\pm$ ES. Les lettres indiquent une différence significative entre les moyennes à $p < 0,05$

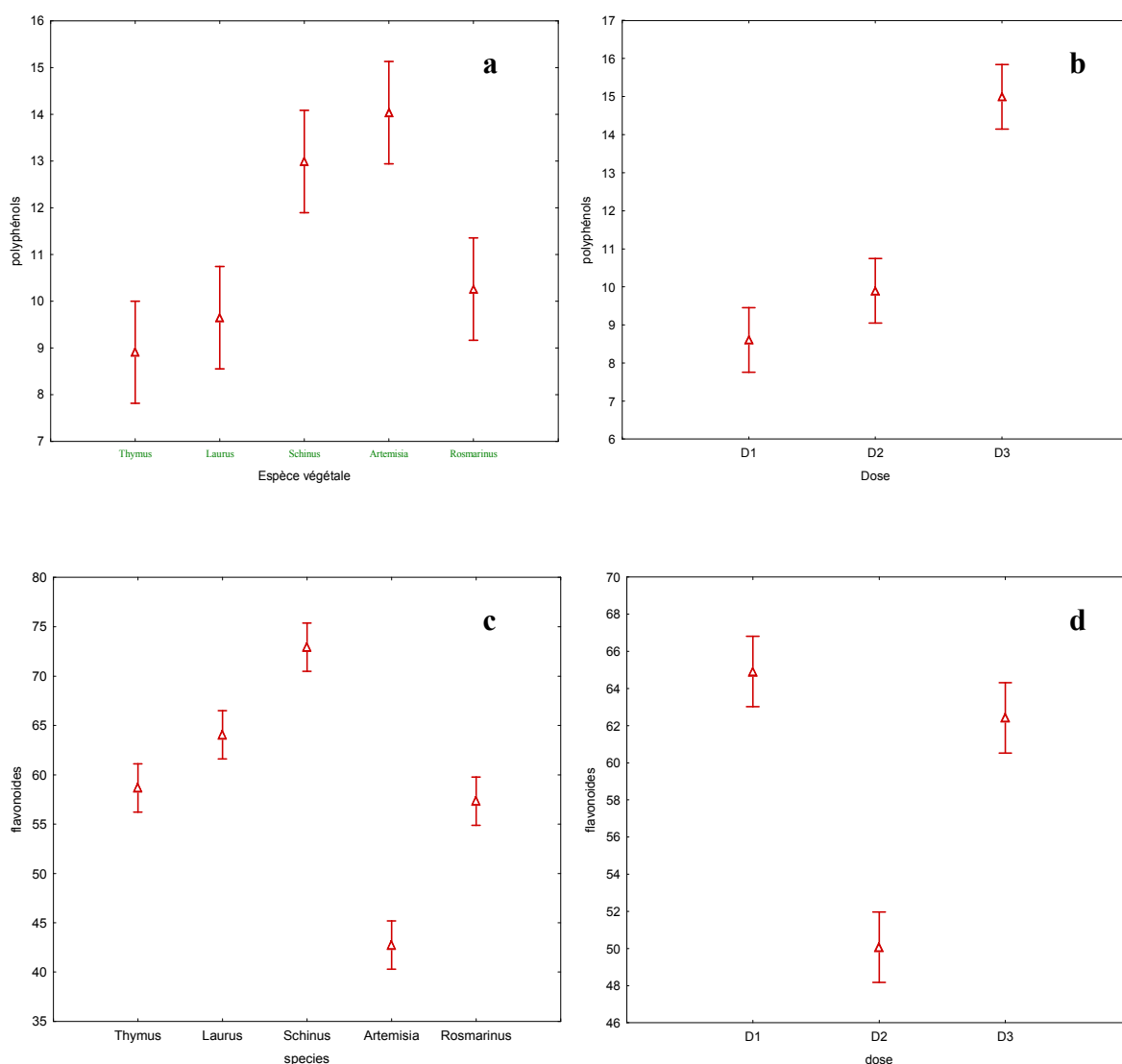


Figure 12 : L'étude comparative des taux des flavonoïdes (c et d) et des polyphénols (a et b) de plantules traitées avec la poudre de cinq plantes en fonction l'espèce végétales et la concentration de l'extraits.

Le taux des polyphénols et flavonoïdes sont affichés dans la (figure 12 a et b). l'analyse des donnée montrent également que le taux le plus élevé des polyphénols a été enregistré chez les plantules traitées avec la poudre de *Schinus* et *Artemisia* (17.88 , 30.13) à la dose D3. En revanche, le taux le plus faibles a été noté chez les plantules traitées par la poudre de *Thymus* (8.15) et *Laurus* (8.01) par la concentration D1.

La lecture des résultats mentionnés dans la figure montre que le taux des flavonoïdes est très élevé chez les plantules traitées avec poudre de *Laurus* et *Schinus* (97.46 , 80.96) à la dose D3 et poudre de *Thymus* et *Rosmarinus* environ 67.28 et 66.62 à la dose D3 . Par contre, les taux faibles ont été notés pour les plantules traitées avec la dose 1 et la dose 2 poudre d'*Artemisia* avec des fréquences (38.02 , 44)

2. Discussion

L'utilisation intensive des pesticides de synthèse et de leurs effets indésirables sur la santé humaine, animale et les risques toxicologiques sur l'environnement ont généré un intérêt mondial accru pour développer d'autres sources de produits chimiques qui seront utilisés dans la gestion des parasites des plantes. Récemment, dans les différentes parties du monde, l'attention a été accordée à une exploitation de produits végétaux supérieurs comme de nouvelles méthodes de lutte alternative à la protection des végétaux parce qu'ils sont pour la plupart non phytotoxiques et facilement biodégradable.

Dans cette étude, l'activité inhibitrice des extraits aqueux de 6 espèces végétales ont été évaluée contre le Foc agent de la fusariose vasculaire de pois chiche in vivo et in vitro. Les résultats obtenus ont montré que toutes les plantes testées ont réduit le pouvoir germinative de Foc in vitro et in vivo, avec différents degrés selon l'espèce végétale et la dose utilisée.

En effet, les différences des résultats pourraient être attribuées à la nature même de la composition chimique des extrais aqueux des espèces végétales utilisées. Des études antérieures ont attribuées l'efficacité des extrais aqueux contre les phytopathogènes aux métabolites secondaires tels que les Phénols, les alcaloïdes, les flavonoïdes et les terpenoides (Mohamed et El-Hadidy, 2008). Selon Oussalah et al., (2006), l'activité biologique d'une plantes médicinale est à mettre en relation avec sa composition chimique, les groupes fonctionnels des composés majoritaires (alcools, phénols, aldéhydes). Ainsi les composés chimiques les plus efficaces et qui possèdent un large spectre d'action antimicrobienne sont les phénols, les alcools (α -terpinéol, terpinen-4-ol, menthol, géraniol, linalol), les aldéhydes (géraniol, citral et néral), les cétones (carvone, pulégone et camphre), (Moleyar et Narassimham, 1992 ; Dorman et Deans, 2000 ; Oussalah et al., 2006). En outre, l'activité antimicrobienne des extrais aqueux peut être due à l'action d'une seul composé actif ou à l'action synergétique de plusieurs composés mineurs dans la plante (Davicino et al., 2007). L'activité antifongique peut être due à l'effet cytotoxique de quelques composants de la plante tels que le carbone disulfide, dimethyle disulfide, et methanethiole produits durant la dégradation de glucosinolates. En effet, quelque extraits de plantes sont riches en allicine, saponines, terpènes, composés phénoliques et d'autres. Cependant, l'activité antifongique de l'allicine (Alliaceae) pourrait être attribuée à son interaction avec le groupe thiol des protéines et les acides aminés. Licine augmente la peroxydation des lipides dans le plasma fongique et augmente la perméabilité membranaire. L'activité antifongique des saponines, est représentée

par la formation des complexes avec les stérols membranaire, conduisant à la formation de pores et la perte de l'intégrité de la membrane. Cependant, les terpènes contenus dans la famille Asteraceae, pourrait être due à des modifications structurales dans mycélium et les altérations de morphologie des hyphes fongiques (Rongai et al., 2012).

Des études antérieures indiquent que l'effet des extraits aqueux contre les agents pathogènes peut être attribué à leur contenu aux métabolites secondaires tels que les alcaloïdes, les composés phénoliques, les flavonoïdes et les terpénoïdes avec une activité antifongique connue (Mohamed et El-Hadidy, 2008). La présente étude a souligné que les poudres de plantes peuvent avoir une activité antifongique et sont potentiellement une source naturelle de composés antifongiques contre la croissance de *Foc*.

Plusieurs études ont été menées pour comprendre le mécanisme d'action des extraits de plantes. Plusieurs chercheurs attribuent cette fonction aux composés phénoliques. Ces composés peuvent interférer avec les biomembranes en causant des dommages cellulaires et provoquant la fuite de matériaux cellulaires et finalement la mort des microorganismes (Mshvildadze et al., 2000 ; Veldhuizen et al., 2006 ; Abdel Ghani et al., 2008). C'est un mécanisme possible par lequel la croissance mycélienne peut être réduite ou totalement inhibée par l'effet des extraits en agissant sur la fonctionnalité et la structure de la membrane cellulaire (Sikkema et al., 1995).

Les composants des extraits tels que les terpènes affectent non seulement la perméabilité mais aussi d'autres fonctions dans les membranes cellulaires. Ces composés peuvent traverser les membranes cellulaires, pénètrent ainsi à l'intérieur de la cellule et interagissent avec des sites critiques intracellulaire tels que les enzymes et les protéines, ce qui conduit à la mort cellulaire (Omidbeygi et al., 2007 ; Cristaniet al., 2007).

Selon Farag et al (1989), la présence des groupements OH dans les composés phénoliques est capable de former des liaisons hydrogènes avec les sites actifs des enzymes et d'accroître l'activité antimicrobienne. Les flavonoïdes sont également responsables de l'inhibition des microbes résistants aux antibiotiques (Linuma et al., 1994). Ils sont responsables des processus de balayage ou chélateurs et peuvent également perturber les membranes microbiennes (Kessler et al., 2003). Par ailleurs, les alcaloïdes renferment un effet détoxifiant et possèdent une très bonne activité antifongique (Zee-Cheng, 1997). Selon Sadipo et al (1991), les tannins sont responsables de la précipitation des protéines indispensables des micro-organismes.

Ces résultats concordent avec certains travaux qui montrent l'efficacité des extraits d'origine végétale contre le FOC (Singh et al., 1979 ; Dwivedi et Sangeeta, 2015). Les travaux de Mahshid et al., 2013 portés sur l'effet des extraits de *C. zylanicum*, *M. piperita*, *A.*

sativum et *A. hirtifolium* sur la croissance mycélienne et la germination de spores ont montré leur effet fongicide. Les résultats obtenus montrent une forte inhibition de la germination des spores qui est supérieure à 91.33% à une dose de 1000 ppm. Cependant, une inhibition plus au moins importantes de la croissance mycélienne de *Fusarium oxysporum* a été noté lors de l'application de la même dose varie entre 13.74 et 23. 19% selon l'espèce végétale et la concentration de l'extraits.

La croissance mycélienne et la germination des spores de *Fusarium oxysporum f. sp* cubence ont été significativement affectées par les extraits aqueux de quatre plantes médicinales à savoir ; *R. officinallis*, *T. pallissens*, *Cinnamomum zeylanicum* et *Syzigium aromaticum* (Fernando et al., 2013). La concentration de 5% des extraits de *C. zeylanicum* et *S. aromaticum* ont réduit significativement la croissance mycélienne de Foc avec un taux de 40.37% et 54.44% respectivement. La même concentration a diminuée la germination des spores, a cet égard *S. aromaticum* et *C. zeylanicum* ont montré le taux le pus élevé environ 94.93 et 79.69% respectivement.

Nos résultats sont en accord avec ceux de Pizana et al. (2011) qui a rapporté que la germination des spores de *Fusarium oxysporum f. sp*. Gladioli est moins affecté par les extraits de plantes par rapport à la croissance mycélienne.

Les résultats obtenus par Amadi et al., 2014 montrent également l'efficacité des extraits aqueux de deux plantes contre deux agents pathogènes a savoir ; *Aspergillus flavus* et *Fusarium*. Tous les extraits de plantes utilisés dans cette étude ont inhibé la germination des spores de *Fusarium sp* avec une inhibition qui augmente significativement avec l'augmentation de la concentration de l'extrait. La germination des spores dans a été inhibée efficacement par des extraits de *gingembre* et de *goyave* à une concentration de 15 et 25% tandis que d'autres extraits ont présentés différents niveaux d'inhibition.

Les travaux de Zaker, 2014 ont montré que la germination des spores de *F. solani* a été réduite par les extraits méthanoliques d'*Artemisia*, Thym et *Eucalyptus* avec des fréquences 9,00, 9,66 et 10,67% respectivement à la concentration 15 %. Cette même concentration des extraits aqueux des même plantes à provoquer une inhibition de la germination supérieure environ 17,67, 22,67 et 25% respectivement.

Les résultats obtenus par Askarne et al., 2012 indiquent que les extraits aqueux de *H. umbellatum*, *A. graviolens* et *B. odorum* à 10 mg ml⁻¹ a eu le plus fort effet antifongique (0% Germination) sur la germination des spores de *P. italicum*. Cependant, les extraits aqueux de *H. umbellatum* a montré plus efficace, puisque moins de 20% des conidies ont été germé à une dose de 5 mg ml⁻¹.

L'effet de différentes concentrations d'extraits de quatre plantes médicinales sur l'inhibition de la germination des spores a été étudié par Hadi et Kashefi (2013). Les résultats obtenus montrent que tous les traitements à différentes concentrations ont considérablement diminué la germination des spores de *F. oxysporum* par rapport au contrôle. Huit jours après le traitement, l'extrait de menthe poivrée aux doses les plus élevées (1000ppm) était le plus efficace dans la réduction de la germination des spores suivi de *C. zylanicum*, (500ppm), *A. Hirtifolium* (1000 ppm) et *A. sativum*. En outre, l'inhibition de la germination des spores varie de 97,33% à 57,66% (huit jours après le traitement). La plus faible concentration (25ppm) de différents extraits, L'inhibition maximale de la germination des spores a été obtenue par *C. zylanicum* puis *A. hirtifolium*.

L'extrais aqueux de *Schinus molle* a montré une activité inhibitrice prononcé vis-à-vis *Fusarium solani* (Rhouma et al., 2009). L'inhibition de la germination observée entre 88.89et 84.34 %. Les études phytochimiques menés par Rhouma et al., 2009, ont montré que le genre *Schinus* appartenant à la famille botanique *Anacardiaceae*, est riche alcaloïdes, flavonoïdes et tannins, associés à l'activité antimicrobienne étudié dans différents travaux sur les extrais des plantes (Nwaogu et al., 2007; Newze et al., 2004). Nos résultats sont contradictoire avec ceux obtenus par Bazie et al., 2014, dont aucune zone d'inhibition a été observée après le traitement de *Colletotrichum musae* par l'huile de *Schinus molle*.

L'activité antimicrobienne de *Rosmarinus officinallis* peut être provoquée par les composantes bioactives tels que les alcaloïdes, saponines, tannins, anthraquinones, flavonoïdes et phlobatannines présentent dans la famille des Lamiaceae (Luc and Arnold, 2005). L'extrais aqueux de *Rosmarinus officinallis* a montré une faible efficacité vis-à-vis *Fusarium oxysporum f. sp. cubense*, dont la dose maximale de 20% a montré une zone d'inhibitions environ 20% (Fernando et al, 2013). La zone d'inhibition provoquée par l'extrais aqueux de *Rosmarinus officinallis* contre *Aspergillus niger* augmente au fur et a mesuré l'augmentation de la concentration, 12, 20 et 26% est la zone d'inhibition provoquée par les concentrations 5, 12.5 et 25% (Shama et al., 2014).

Les espèces de *Pinus halepensis* sont avérées riches en composés phénoliques, flavonoïdes, terpènes et sesquiterpènes (Kadri et al, 2015) connues par leur potentielle activité antimicrobienne. En effet, l'extrais aqueux de *Pinus halepensis* a prononcé une activité antibactérienne contre *E. coli*, *P. aeruginosa* et *B. subtilis* la zone d'inhibition constaté varie entre 7.40 et 8.80 mm.

L'extrais aqueux d'*Eucalyptus globulus* inhibe la croissance mycélienne de *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici*, avec des dose de 10, 20, 40 et 60% la zone d'inhibition constaté est de 40.33, 45.33, 47.66 et 57.33 % respectivement (Anil Kumar et Raj Kumar, 2015). La

même espèce a inhibée moyennement la croissance mycélienne de *Fusarium oxysporum*, la zone d'inhibition est de 12.50 20.83 et 33.34 avec les dose 10, 20 et 30% de l'extrais (Manoorkar et Gachande, 2014). Les expériences menés par Zaker, 2014, ont montré que les extrais aqueux diminuent sensiblement la croissance mycélienne de *Fusarium solani*.

Divers métabolites secondaires ont été isolés à partir d'A. herba-alba, les plus importants sont les lactones sesquiterpéniques, les flavonoïdes les composés polyphénoliques et des huiles essentielles (Mohamed et al., 2010). Ces composés sont connus par leur activité antifongique. Le traitement de champignons par une concentration de 15% par les extrais aqueux de *Lavandula officinalis*, *Eucalyptus*, *Artemisia annua*, *Tymus vulgaris*, *Datura stramonium*, donne une croissance mycélienne environ 6.36, 6.43, 4.66 et 5.06 cm respectivement comparé avec le témoin 8.5cm.

L'extrais aqueux de *Laurus nobilis* a montré très efficace conte *Alternaria solani*, une dose de 4% a provoqué une zone d'inhibition eviron79.35% (Yanar et al., 2011).

Fawzi et al., 2009 ont montré l'activité antifongique de l'extrais de *Laurus nobilis* contre *Fusarium oxysporum* et *Alternaria alternata*

Dans nos conditions expérimentales, les huiles essentielles présentent une activité antifongique contre le FOC avec des degrés variables, selon l'espèce végétale et la concentration de l'extrait.

Nos résultats sont en accord avec ceux trouvés par (Belabid *et al.*, 2000) en ce qui concerne l'efficacité des extraits aqueux de plantes médicinales contre la fusariose vasculaire de lentille in vivo. En effet, le traitement de sol par plusieurs extraits et huile essentielle a permis une réduction importante de la population fongique. Le traitement de la variété sensible ILC a montré une réduction de l'incidence de la maladie.

Après 28 jours de traitement avec une concentration de 10% de l'extrait de *Thymus palissens* et *Schinus molle*. Les valeurs de l'incidence enregistrée sont 32.66 et 37.57 % respectivement. Cependant, le traitement par l'huile essentielle a montré une réduction très importante de l'incidence de la maladie comparé avec le traitement par les extraits aqueux. L'incidence constatée après 28 jours de traitement est inférieure à 20 % pour les huiles testées. Des résultats similaires ont été obtenus par Motaher *et al.*, 2013.

Les résultats obtenus suites aux dosages effectuées des flavonoïdes et des polyphénols ont montré également une augmentation des les plantules traitées par les concentrations faibles par la poudre par apport au témoin non traité. Un niveau plus au moins faible de polyphénols et de flavonoïdes a été constaté chez les plantules traitées par la poudre a des concentrations très élevée. Ces résultats sont expliqués par premièrement l'effet direct la poudre en exerçant un effet sporicide sur le Foc et par l'intervention de ces composés dans les

mécanismes de la défense des plantes. En outre, la diminution des phénoliques peut être attribuée au renforcement des parois cellulaires de la plante par polymérisation des lignanes et lignines (Randhir et Shetty 2005). Les composés phénoliques produits par les plantes se forment à travers le métabolisme des phénylpropanoïdes. Lors de l'établissement d'une interaction hôte-parasite, de nouveaux composés phénoliques peuvent être formés à partir de substrats phénoliques préexistants ou par de répression de gènes ou activation de systèmes enzymatiques latents conduisant à la synthèse de nouvelles molécules, les phytoalexines (Singha et al., 2011). Les composés phénoliques pre-infectionnels et post-infectionnels peuvent être impliqués dans les phénomènes de réticulation, subérification et lignification visant notamment à limiter l'action des forces de compression et celle des hydrolases des parasites. L'estérification et l'éthérification des acides phénoliques aux polymères pariétaux, polysaccharides et lignine (Iiyama et al., 1994) sont généralement considérées comme une réponse très active et précoce (Matern et al., 1995). Ces réactions s'accompagnent fréquemment d'une augmentation de l'activité des peroxydases anioniques, de la cinnamyl alcool deshydrogenase (CAD) et de l'accumulation de polymères phénoliques pariétaux, lignine et subérine (Graham et Graham, 1991).

Conclusión

Conclusion

La fusariose vasculaire est une maladie préjudiciable, très importante et destructive du pois chiche, dont l'agent causale est le *Fusarium oxysporum f. sp. ciceris*. Elle constitue le facteur majeur qui limite la production nationale du pois chiches. Dans ce contexte, nous avons mené une étude sur les méthodes et moyens de lutttes alternatives contre ce champignon, a travers l'utilisation des extrais de six plantes, afin de tester l'efficacité de ces derniers dans l'inhibition de la germination des spores de Foc in vitro et leur efficacité dans la réduction de la gravité de la maladie in vivo.

L'incorporation des extrais aqueux dans un milieu PDB chargé avec cinq différentes concentrations nous a permis de constater des modifications importantes sur la forme et le nombre de spores après 48 h de traitement. En effet, ces modifications sont représentées par un rétrécissement, éclatement, inhibition totale ou partielle de la germination une et une lyse des tubes germinatifs.

Les tests antifongiques ont montré que tous les extrais aqueux de plantes utilisées possèdent une activité potentiellement inhibitrice de la germination des spores, dont l'efficacité varie en fonction de l'espèce végétale et la concentration de l'extrait. L'emploi de l'extrait aqueux des six plantes médicinales a permis de réduire significativement la germination du FOC, comparativement aux témoins non traitées.

L'étude comparative des taux d'inhibition de la germination de l'extrait aqueux de six plantes a montré une inhibition très supérieure pour les cinq plantes à savoir ; *T. pallissens*, *L. nobilis*, *A. herba alba*, *R. officinalis*, et *S. molle*. L'analyse des données mentionnées montre également des valeurs très proches et qui sont supérieures à 75%, dont l'extrait aqueux de *Thymus pallissens* a provoqué la plus grande valeur d'inhibition. Par contre, le pourcentage d'inhibition le plus faible est enregistré avec l'extrait aqueux de *Pinushalepensis* (5.41%).

Une gamme de concentration de (50%, 25%, 10%, 5%, 1%) a été choisie. Elle a permis d'établir des courbes dose-effet (figure 7,8). La courbe exprime la relation entre la dose testée et l'effet antifongique montrent une activité dose-dépendante. En général, les résultats obtenus avec les différentes concentrations de l'extrait révèlent que l'activité inhibitrice croit au fur et à mesure que la concentration augmente.

La dose forte C1(50%) semble plus intéressante pour l'inhibition de la germination de Foc comparée par les autres doses. En référant à la figure on constate un

intervalle d'efficacité qui est supérieure à 78%. Par ailleurs, l'analyse de la même figure révèle une inhibition inférieure à 68% pour la dose C5 la plus faible.

Les tests de la poudre de six plantes ont montré une diminution plus importante de la gravité de la maladie.

Les résultats exprimant l'activité antifongique très prononcée *in vivo* de la poudre de *T. pallissens*, *L. nobilis* et *R. officinalis* dont les valeurs de l'AUDPC obtenus sont inférieures à 200. En revanche, la poudre de *Schinus molle* ainsi que de *Pinus halepensis* ont exprimés des valeurs supérieures à 600 de l'AUDPC ce qui traduit par une résistance du FOC contre ces deux extraits.

Par ailleurs, le facteur concentration révèle différence fortement significative sur les valeurs de l'AUDPC. A la lumière des données indiquées dans la figure on constate les doses C1 et C2 ont montré des valeurs de l'AUDPC inférieures à 200. Par contre, la D3 affiche une efficacité moins comparée avec les doses C1 et C2, où les valeurs de l'AUDPC enregistrées sont supérieures à 550.

Les résultats obtenus suites aux dosages effectués des flavonoïdes et des polyphénols ont montré également une augmentation des plantules traitées par les concentrations faibles des extraits aqueux par rapport au témoin non traité.

L'analyse de la figure montre également un effet très hautement significatif de l'espèce sur le taux des polyphénols. A cet effet, le taux plus élevé des polyphénols est noté chez les plantules traitées par la poudre de *Schinus* (80.96) et *Laurus* (97.46). Par contre les taux les plus faibles sont enregistrés chez les plantules traitées par la poudre de *Thymus* et *Artemisia*.

Ce constat, peut être expliqué par le double effet qu'ils possèdent les extraits de plante, d'une part confirme le fait *in vitro* représenté par l'effet sporocide exercé sur les spores de Foc, qui par conséquent diminue l'ineffectivité de l'agent pathogène, et d'autre part, démontre l'effet indirect sur la physiologie de la plante où il surmonte ces mécanismes de défense par la production des substances antifongiques représentées par les flavonoïdes et les polyphénols.

Perspectives

A l'issue de ce travail, les perspectives que j'envisage s'inscrivent d'une part dans le cadre d'une recherche de moyens de lutte intégrée visant à limiter, au champ, l'activité infectieuse de FOC par le biais des extraits aqueux et les agents de lutte biologique, mais

également elles s'inscrivent dans le cadre d'une étude complémentaire visant à mettre en évidence les substances et les mécanismes par lesquels ces dernières agissent négativement sur l'activité infectieuse du pathogène soit directement en lui créant un environnement défavorable.

Référence

Bibliographique

Références bibliographiques

Abdelghani, Weaver, ZIDAN, Hussein, Keevil& Brown, 2008: Microwave-assisted synthesis and antimicrobial activities of flavonoid derivatives. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters* 18, 518-522.

AgriosG.N.,2005. *PlantPathology*, 5^{ème} édition. Department of Plant Pathology University of Florida; Elsevier Academic Press. pp.948.

Akhtar Ayyub,M,2001. Evaluation of chickpea germplasm , fungitoxicant, organic and inorganic material for the management of wilt *fusariumoxysporum* f.sp.ciceris. these de doctorat. University of agriculture, Faisalabad, Pakistan. 132p.

Akhtar Y., Isman MB. 2004. Comparative growth inhibitory and antifeedant effects of plant extracts and pure allelochemicals on four phytophagous insect species. *J. Appl. Entomol.* 128, p. 32–38.

Alabouvette, C., De La Broise, D., Lemanceau, P., Couteaudier, Y.& Louvet, J. 1987. Utilisation de souches non pathogènes de *Fusarium* pour lutter contre les fusarioses : situation actuelle dans la pratique. *Bull. OEPP*, 17: 665-674.

Amadi U, Ilie AS, Johansen-Berg H, Stagg CJ. 2014. Polarity-specific effects of motor transcranial direct current stimulation on fMRI resting state networks. *Neuroimage.*;88:155–161. doi: 10.1016/j.neuroimage.2013.11.037

Arora, D. k. &APandey, A. K. 1989. Effects of soil solarization on *Fusarium* wilt of chickpea. *J. P., hytopathol.* 124: 13-22.

Askarne.L , (2012); Use of Moroccan medicinal plant extracts as botanical fungicide against citrus blue mould.

Azzeddine B., &Guellil B., 2007. Contribution à l'étude de l'infestation de l'haricot par le phytoparasite *Acanthoscelidesobtectus* et essai de lutte biologique par des plantes aromatiques. Mémoire Univ. Tlemcen, 99p

Backman, .P. A, et Turner jr, J. T., 1989. Plant response and disease control following seed inoculation with *Bacillus subtilis*. In proceeding beltwide cotton products research conference(book2) ,J. M . Brown (ed). National Cotton council of American, Memphis,

BazieSetu ,AmareAyalew and KebedeWoldetsadik. 2014. Antifungal Activity of Some Plant Extracts against (*ColletotrichumMusae*) the Cause of Postharvest Banana Anthracnose16-17 .

Belabid L., 2003. La fusariose vasculaire de la lentille (*Lens culinaris* Med.) dans le Nord-Ouest Algérien : Morphologie et diversité génétique chez *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) Emend. S. & H. f. sp. *lentis* (Vasud. &Sriini.) en relation avec la répartition géographique et le pouvoir pathogène. Thèse de Doctorat, Université d'Oran.

Belot A., 1978. Dictionnaire des arbres et arbustes de jardin. *Ed. Bordas*, Paris,383p.

Références bibliographiques

- Beloued A. (2001)** - Plantes médicinales d'Algérie. Office des publications universitaires. Alger, p124.
- Bock B., 2009.** Cicer arietinum L. Tela Botanica, Base de données Nomenclaturale de la flore de France. BDNFFV4.02. <http://www.tela-botanica.org>.
- Bonnier G., 1990.** La grande flore du France en couleurs. *Ed. Belin*, Paris, pp: 214- 215.
- Boudiaf K., 2006-** Etude des effets anti-xanthine oxydoréductase et anti-radicalaires
- Brayford, D. 1992.** Fusarium oxysporum f. sp. ciceris. Mycopathologia, 118: 43-44.
- Cabrera de la colina et al. 1987.** Races of Fusarium oxysporum f. sp. ciceri in Andalucia, Southern Spain. International Chickpea Newsletter 13: 34-26.
- Carson, C. F., and Riley, T. V. (1995).** Antimicrobial activity of the major components of the essential oil of Melaleuca alternifolia. J. Appl. Bacteriol. 78, 264–269.
- Chu RM, Tummala RP, Hall WA. 2001.** Focal intracranial infections due to Propionibacterium acnes: report of three cases. Neurosurgery, 49: 717–720.
- Cristani M., D'Arrigo M., Mandalari G., Castelli F., Sarpietro M. G., Micieli D., Venuti V., Bisignano G., Saija A., Trombetta D. 2007.** Interaction of four monoterpenes contained in essential oils with model membranes: implications for their antibacterial activity. J. Agric. Food Chem. 55, 6300–6308. 10.1021/jf070094x
- Davicino, R., M.A. Mattar, Y.A. Casali, S. Graciela, E. Margarita, and B. Micalizzi. 2007.** Antifungal activity of plant extracts used in folk medicine in Argentina. Revista Peruana de Biología 14: 247-251.
- Djeridane, A., Yous, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., Vidal, N. 2006.** Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. Food Chem., 97: 654-660.
- Dorman HJ1, Deans SG; 2000;** Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. 88(2):308-16.
- Dubey, S. C., Suresh, M. & Singh, B. 2007.** Evaluation of Trichoderma species against Fusarium oxysporum f. sp. ciceris for integrated management of chickpea wilt. Biolo. Contr. 40: 118–127.
- Dubey NK, Kumar R. 2006.** Potential of some botanical powders in reducing infestation of chickpea by Callosobruchus chinensis L. (Coleoptera: Bruchidae) J Agric Technol.; 3: 11–19.
- Dwivedi and Sangeeta, 2015.** Efficacy of some Medicinal Plant Extract Against Fusarium oxysporum f. sp. ciceri Causing Chickpea Wilt. Asian Journal of Crop Science, 7: 138-146.
- FAO, Mars 2010.** Site de la FAO : www.fao.org
- FAO Stat, 2013.** Statistical database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Références bibliographiques

- Farag R.S., Daw Z.Y., Hewed F.M., El-Baroty G.S.A. 1989.**Antimicrobial activity of some Egyptian spice oils. *Journal of Food Protection*, 52: 665–667.
- Fawzi, E. M, Khalil, A. A. and Afifi, A. F. 2009.** Antifungal effect of some plant extracts on *Alternaria alternata* and *Fusarium oxysporum*. *African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (11), pp. 2590-2597.
- Feng, W. and Zheng, X.D. 2007.**Essential oils to control *Alternaria alternata* in vitro and in vivo. *Food Control* 18, 1126–1130.
- Fernando Denise R, Alan Marshall, Alan J. M. Baker and Takafumi Mizuno (2013).**Microbeam methodologies as powerful tools in manganese hyperaccumulation research: present status and future directions.
- Graham MY, Graham TL (1991)** Rapid accumulation of anionic peroxidases and phenolic polymers in soybean cotyledon tissues following treatment with *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea* wall glucan. *Plant Physiol* 97: 1445-1455
- Groenewald, S, 2005.**Biology, pathogenicity and diversity of *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris*. Magister Scientiae. Faculty of natural and agricultural science university of Pretoria,
- Guinochet T., 1973.** Phytosociologie, *Ed. Masson*, France, 227p.
- Gupta, O. M., S. R Kotasthane et M. M. Khare 1986.***Fusarium* wilt of chickpea (*Cicer arietinum*). *Agricult.Rev.* 7: 87-97.
- Haware, M.P., Y. L. Nene et S. B. Mathur. 1986.** Seed borne diseases of chickpea. Technical Bulletin from the Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries. Copenhagen Denmark, 1: 14.
- Haware M.P. 1990.***Fusarium* wilt and other important diseases of chickpea in the mediterranean area. *Options Mediterr.Semin.* 9: 61-64
- Iinuma, S., Yokota, A., Hasegawa, T. & Kanamaru, T. 1994.***Actinocorallia* gen. nov., a new genus of the order Actinomycetales. *Int J Syst Bacteriol* 44, 230–234.
- Iiyama K, Lam TBT, Stone BA .1994.** Covalent cross-links in the cell wall. *Plant Physiol* 104 315-320
- Isman, M. B. 2006.**Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology.* 51:45–66.
- Jiménez-Gasco, M. M., Pérez-Artès, E. & Jiménez-Díaz, R. M. 2001.**Identification of pathogenic races 0, 1 B/C, and 6 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* with random amplified polymorphic DNA (RAPD). *Eur j. plant pathol.* 107: 237-248.
- Jiménez-Gasco, M. M., Navas-Cortés, J. A. & Jiménez-Díaz, R. M. 2004.**The *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*/*Cicer arietinum* pathosystem : a case study of the evolution of plant pathogenic fungi into races and pathotypes. *Internat. Microbiol.* 7 (2): 95-104.

Références bibliographiques

Kadik B, 1987. Influence du climat sur la repartition naturelle du *Pin d'Alep* en Algérie , Am Recherche Forestière en Algérie (2).

Kadri Nabil, BachraKhattal, Yasmine Aid, SourayaKherfellah, WidadSobhiet Veronique Barragan-Montero, 2015. Some physicochemical characteristics of pinus (*Pinus halepensis* Mill., *Pinus pinea* L., *Pinus pinaster* and *Pinus canariensis*) seeds from North Algeria, their lipid profiles and volatile contents. Food Chemistry 188 184–192.

Kaiser, W. J., Alcala-Jiménez, A. R., Hervás-Vargas, A., Trapero-Casas, J. L. & Kaur N. P. and Mukhopadhyay A. N., 1992. Integrated control of chickpea wilt complex by *Trichoderma* spp. and chemical methods in India. Tropical Pest Management., 38:372-375.

Kaiser MJ, Edwards DB, Armstrong PA, Radford K, Lough NEL, Flatt RP, Jones HD (1998) Changes in megafaunal benthic communities in different habitats after trawling disturbance. ICES J Mar Sci 55:353–361

Kashefi and I. Kerenidis, 2007. Statistical Zero Knowledge and quantum one-way functions, Journal of Theoretical Computer Science,

Kaur N.P. and Mukhopadhyay A.N., 1992. Integrated control of chickpea wilt complex by *Trichoderma* spp. and chemical methods in India. Tropical Pest Management., 38:372-375.

Kessler, R.C., Barker, P.R., Colpe, L.J., Epstein, J.F., Gfroerer, J.C., Hiripi, E., Howes, M.J, Normand, S-L.T., Manderscheid, R.W., Walters, E.E., Zaslavsky, A.M. 2003. Screening for serious mental illness in the general population Archives of General Psychiatry. 60(2), 184-189

Kumar Ramaiah Anil and Raj Kumar H. Gampalli; 2015. In vitro antifungal activity of some plant extracts against *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*. Asian J. Plant Sci. Res., 2015, 5(1):22-27.

Kumar J. and Abbo S., 2001. Genetics of flowering time in chickpea and its bearing on productivity in semiarid environments. Advances Agronomique., 72:107-138.

Leslie, J.F., Summerell, B.A. 2006. The *Fusarium* laboratory manual. Blackwell publishing professional, State Avenue, Ames, Iowa 50014, USA 369p.

Levesque, C.A., Rahe, J.E., et al., 1987. Effects of glyphosate on *Fusarium* spp.: its influence on root colonization of weeds, propagule density in the soil, and on crop emergence. Can. J. Microbiol. 33, 354–360.

Linuma, S., Yokota, A., Hasegawa, T. & Kanamaru, T. (1994). *Actinocorallia* gen. nov., a new genus of the order Actinomycetales. Int J Syst Bacteriol 44, 230–234.

Liyama et al., 1994. K. Iiyama, TBT Lam, BA Stone Covalent cross-links in the cell-wall Plant Physiol, 104 (1994), pp. 315-320

Llorens A., Hinojo M.J, Mateo R., Gonzalez-Jacén M., Valle-Algarra F.M., Logrieco A., Jiménez M., 2006. Characterization of *Fusarium* spp isolates by PCR-RFLP analysis of the intergenic spacer region of the rRNA gene (rDNA). Int J Food Microbiol, 106(3): 297-306.

Références bibliographiques

Luc P and Arnold JV. 2005. Bioguided isolation of pharmacologically active compounds still a valuable strategy for the finding of new lead compounds. *J. Ethnopharmacol.* 100:57-60.

Madr, 2014. Annuaire statistiques du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.

Mahshid Hadi, Bahareh Kashefi, Adeleh Sobhanipur et Mohammad Reza arabsorkhi, 2013. Study on Effect of Some Medicinal Plant Extracts on Growth and Spore Germination of *Fusarium oxysporum* Schlecht. *In vitro. Am-Euras. J. Agric. & Environ. Sci.*, 13 (4): 581-588, 201.

Manoorkar V B et B D Gachande .2014. Evaluation of antifungal activity of some medicinal plant extracts against some storage seed -borne fungi of Groundnut. *Science Research Reporter*, 4(1): 67-70.

Matern U, Grimmig B & Kneusel RE .1995. Plant cell wall reinforcement in the disease-resistance response: molecular composition and regulation. *Can. J. Bot.* 73: S511–S517

Maurice R. (2014) - Livre Angiospermes Arbres et arbustes feuillus France.

Messaili B., 1995. Systématique Spermaphytes, Botanique. O. P. U. Alger, pp : 63-65.

Morales R., 1997. Synopsis of the genus *Thymus* L. in the Mediterranean area. *Logasalia*, 19, pp: 249-262.

Mohamed AH, El-Sayed MA, Hegazy ME, Helaly SE, Esmail AM, Mohamed NS. 2010. Constituents and Biological Activities of *Artemisia herba-alba*. *Records of Natural Products*, 4:1-25.

Mohamed, N.H., El-Hadidy, A.M., 2008. Studies of biologically active constituents of *Verbascum thapsus* L. and its inducing resistance against some diseases of cucumber. *Egypt. J. Phytopathol.* 36, 133-150.

Mohammedi Z. (2012), Etude phytochimique et activité biologiques de quelques plantes médicinales de la région nord et sud ouest de l'Algérie. Option: Substances naturelles Tlemcen : Université Aboubekr Belkaid.

Moleyar V. and Narassimham P. (1992) – Antibacterial activity of essential oil components. *International Journal of Food Microbiology*, 16: 337-342.

Moreno M.T. and Cubero J. I., 1978. Variation in *Cicer arietinum* L. *Euphytica* 27: 465 - 485.

Mshvildadze V, Favel A, Delmas F, Elias R, Faure R, Decanosidze Q, Kemertelidze E, Balansard G. 2000. Antifungal and antiprotozoal activities of saponins from *Hederacolchica*. *Pharmazie*, 55(4):325–326

Muehlbauer F. J. and Rajesh P. N., 2008. Chickpea, a common source of protein and starch in the semi-arid tropics. PH. Moore, R Ming (eds.) *Genomics of tropical crop plants*.

Mukerji K. G., Rajev H., Upadhyay O B., Chamola P. and Dubey P., 2009. Integrated Pest and diseases management. Publishing corporation 4435-36/7, Ansar Road, Darya Ganj, New Delhi-110002, 710 pages. Printed at Balaji offset Navis Shahdara, Delhi, 32.

Références bibliographiques

Narassimham P and Moleyar V. 1992. Antibacterial activity of essential oil

components. *International Journal of Food Microbiology*, 16: 337-342.

Navas-Cortés, J. A., Alcalà-Jiménez, A. R., Hau, B. & JiménezDíaz, R. M. 2000. Influence of inoculum density of races 0 and 5 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* on development of Fusarium wilt in chickpea cultivars. *Eur. J. plant pathol.* 106: 135-146.

Nelson P.E., Toussoun T.A. and Marasas W.F.O., 1983. *Fusarium species: An illustrated manual for identification.* The Pennsylvania State University Press, University Park, 193 pp.

Nwaogu L.A., Alisi C.S., Ibegbulem C.O., Igwe C.U., 2007. Phytochemical and antimicrobial activity of ethanolic extract of *Landolphiaowariensis* leaf. *African Journal of Biotechnology* 6: 890-893.

Nweze E.I., Okafor J.I., Njoku O., 2004. Antimicrobial activities of methanolic extract of *Trumeguineesis* (Schümm and Thorn) and *Morindalucinda* Benth. Used in Nigerian herbal medicinalp. *Journal of Biology and Research Biotechnology* 2: 34-46.

Olafsson K., Jaroszewski J. W., Smitt U. W., Nyman U., 1997. Isolation of angiotensin converting enzyme (ACE) inhibiting triterpenes from *Schinus molle*. *Planta Med*, 63, pp: 352-355.

Omidbeygi M., Barzegar M., Hamidi Z., Naghdibadi H. 2007. Antifungal activity of thyme, summer savory and clove essential oils against *aspergillusflavus* in liquid medium and tomato paste. *Food Control*, 18: 1518–1523.

Oosterhaven, K., B. Poolman, and E. J. Smid. 1995. S-carvone as a natural potato sproutinhibiting, fungistatic and bacteristatic compound. *Industrial Crops and Products* 4:23-31.

Oussalah M., Caillet S., Saucier L. and Lacroix M., 2006. Antimicrobial activity of selected plant essential oils on the growth of a *Pseudomonas putida* strain isolated from meat. *Meat Science* (73).p236-244.

Oxenhan.S 2003, Svoboda.K .Article in journal of phytopathology, antifungal activity of the essential oil of basil; 174-180.

Pande S., Siddique K.H.M., Kishore G.K., Baaya B., Gaur P.M, Gowda C.L.L., Bretag T. and Crouch J.H., 2005. Ascochyta blight of chickpea (*Cicerarietinum* L): Biology, pathogenicity and disease management. *Australian J. Agri. Res.*, 56: 317–332.

Pinto E., Pina-Vaz C., Salgueiro L., Goncalves M.J., Costa –de-Oliveira S., Cavaleiro C., Palmeria A., Rodrigues A. and Martinez –de- Oliveria J., (2006), Antifungal activity of the essential oil of *Thymus pulegiodes* on *Candida*, *Aspergillus* and dermatophyte species-*Journal of Medical Microbiology*.(55).pp 1367-1373.

Références bibliographiques

- PIZANA, C.; NECHA, L. & GÓMEZ, M. 2010.**Evaluation of the fungicidal activity of leaves powders and extracts of fifteen mexican plants against *Fusarium oxysporum* f.sp. *gadioli* (Massey) Snyder and Hansen. *Plant Pathology Journal*, 9:103–111, 2010.
- Randhir R, Shetty K. 2005.**Developmental stimulation of total phenolics and related antioxidant activity in light-and dark-germinated corn by natural elicitors. *Proc Biochem.*;40:1721–1732. doi: 10.1016/j.procbio.2004.06.064
- Redden R.J. and Berger J.D., 2007.**History and origin of chickpea. *Chickpea breeding and management*. *Pathol.*, 42 : 172–180.
- Rhouma, A. H. Ben Daoud, S. Ghanmi, H. ben Salah, M. Romdhane et M. Demak 2009.** antimicrobial activities of leaf extracts of *Pistacia* and *Schinus* species against some plant pathogenic fungi and bacteria. *Journal of Plant Pathology* (2009), 91 (2), 339-34.
- RongaiDomenico, Filomena Milano , ElisabettaSciò; 2012.** Inhibitory Effect of Plant Extracts on Conidial Germination of the Phytopathogenic Fungus *Fusarium oxysporum*. *American Journal of Plant Sciences*, 3, 1693-1698.
- Sadipo OA, Akanji MA, Kolawole FB, Odutuga AA .1991.**Saponin is the active antifungal principle in *Garcinia Kola*, heckle seed, *Biosci. Res. Commun.*, 3: 171
- Saxena N.P., 1984.**Chickpea. In : Goldsworthy P.R., Fisher N.M. *The Physiology of Tropical Field Crops*: 419-452.
- Shama L. N. S., Strobel A., Mark F. C., & Wegner K. M. (2014).**Transgenerational plasticity in marine sticklebacks: Maternal effects mediate impacts of a warming ocean. *Functional Ecology*, 28, 1482–1493.
- Sikkema KJ, Kalichman SC, Kelly JA, Bulto M.1995.**Use of a brief behavioral skills intervention to prevent HIV infection among chronic mentally ill adults. *Psychiatric Services.*;46:275–280.
- Singh V, Louis J, Ayre B, Reese JC, Shah J. 2011.** TREHALOSE PHOSPHATE SYNTHASE11-dependent trehalose metabolism regulates *Arabidopsis thaliana* defence against the phloem-feeding insect, *Myzus persicae*. *Plant Journal* 67, 94–104.
- Singh K.B. and Reddy M.V., 1991.**Advances in disease-resistance breeding in chickpea. *Advances in agronomy*, 45: 191-222.
- Singh D, Rao SM, Tripathi AK.1984.** Cedarwood oil as a potential insecticidal agent against Mosquitoes. *Naturwissenschaften*.p;71:265.
- Singh K. B., Malhotra.,Halila M. H., Knights E. J. and Verma M. M.,1994.**Current status and future strategy in breeding chickpea for resistance to biotic and abiotic stresses. *Euphytica.*, 73:137-149.

Références bibliographiques

Singh F. and Diwakar B., 1995. Chickpea Botany and production Practices. Skill Development series ICRISAT India., 16 : 502-324.

Singh K.B., 1997. Chickpea (*Cicer arietinum* L). Field Crops Research, 53 : 161-170.

Singh U. P., K. K. Pathak, M. N. Khare and R. B. Singh , 1979. Effect of Leaf Extract of Garlic on *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri*, *Sclerotinia sclerotiorum* and on Gram Seeds. *Mycologia*, Vol. 71, No. 3 (May - Jun., 1979), pp. 556-56

Sivan, A.& Chet, L. 1986. Biological control of *Fusarium* spp. in cotton, wheat and musk melon by *Trichoderma harzianum*. *J. phytopathol.* 116: 39-47.

Smith I.M., J. Dunez D.H. Phillips R.A. Lelliott S.A. Archer eds., 1988. European handbook of plant diseases. Blackwell Scientific Publications: Oxford. 583pp.

Srivastava Jyoti et SK Dwivedi, 2015. Assessment of antifungal potentials of some plant extracts against chickpea wilt. *International Journal of Applied Research* 2015 ; 1 (13) : 09 -13.

Staginnus C., Winter P., Desel C., Schmidt T. and Kahl G., 1999. Molecular structure and chromosomal localization of major repetitive DNA families in the chickpea (*Cicer arietinum* L.) genome. *Plant molecular Biology* 39:1037-1050, 1999.

Taylor L., 2005. The healing power of rainforest herbs, a guide to understanding and using herbal medicinal. *Ed. Square One Publishers* , New York.

Tewary, and Singh O., Gowda C. L. L., Sethi S. C., Dasgupta T., Kumar J. and Smithson., 1993. Genetic analysis of agronomic characters in chickpea .II. Estimates of genetic variances from line X tester mating designs. *Theor Applied Genetics.*, 85:1010-1016.

Tripathi A, Sharma N, Verma UK, 2004. Bioactivity of essential oil from *Hyptis suaveolens* against storage. *Conférence on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products*, Gold-Coast Australia. 8-13th, August 2004. FTIC Ltd. Publishing, Israel. pp. 99-116.

Vanier P., 2005. Le pois chiche au fil du temps : Usages culinaires, Conservation, Jardinage biologique et écologique et environnement. Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF), Université Laval ; 11p.

Veldhuizen , Johanna L. M. Tjeerdsma-van Bokhoven ,Cindy Zweijter , Sara A. Burt ,and Henk P. Haagsman ;February 7, 2006 Structural Requirements for the Antimicrobial Activity of Carvacrol. pp 1874–1879

Verma J, Dubey NK. 1999. Prospective of botanical and microbial products as pesticides of tomorrow. *Curr Sci.*;76:172–179.

Références bibliographiques

Wong, C.C., Li, H.B., Cheng, K.W., Chen, F. 2006.A systematic survey of antioxidant activity of 30 Chinese medicinal plants using the ferric reducing antioxidant power assay. Food Chem., 97: 705-711.

Yadav S. S.,Redden R., Chen W. and Sharma B., 2007.Chickpea breeding and management.Cambridge library of Congress.(Livre).

Yakhlef G.(2010) - Etude de l'activite biologique des extraits de feuilles de *Thymus vulgaris* L. et *Laurus nobilis* L. Thèse Magister. Université EL hadj lakhdar –Batna, p78.

YanarYusuf, AyhanGökçe, IzzetKadioglu, HalitÇam et Mark Whalon; 2011. In vitroantifungal evaluation of various plant extracts against early blight disease (*Alternariasolani*) of potato. African Journal of Biotechnology Vol. 10(42), pp. 8291-8295.

Zaker.Masoud , 2014. Natural Plant Products as Eco-friendly Fungicides for Plant Diseases Control- A Review.

Zee-Cheng , Zee-Cheng R. (1997), Anticancer research on *Loranthasumi* T. and Tanaka N. (1996), Chemical evaluation of ceae plants. Drugs Future pp. 519-530

Annexe

Annexe 1 : classement de IANOVA

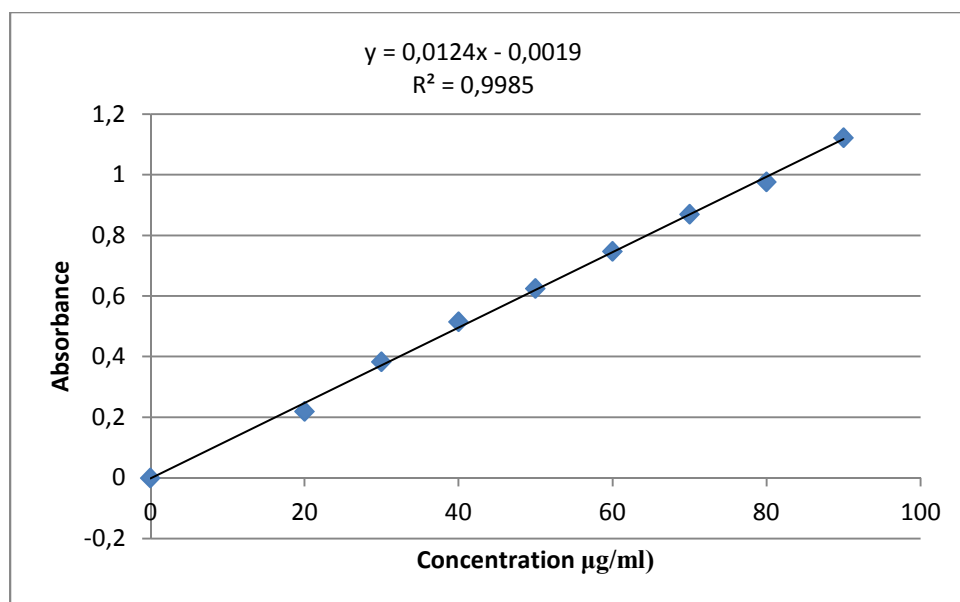
	DDL	MS	SS	F	P
interce	1	487360,9	487360,9	36328,83	0,000000
espèces	5	63504,1	12700,8	946,74	0,000000
Dose	4	1118,5	279,6	20,84	0,000000
espèce*dose	20	2565,8	128,3	9,56	0,000000
error	60	804,9	13,4		
Total	89	67993,3			

Annexe 2 : préparation de PDA

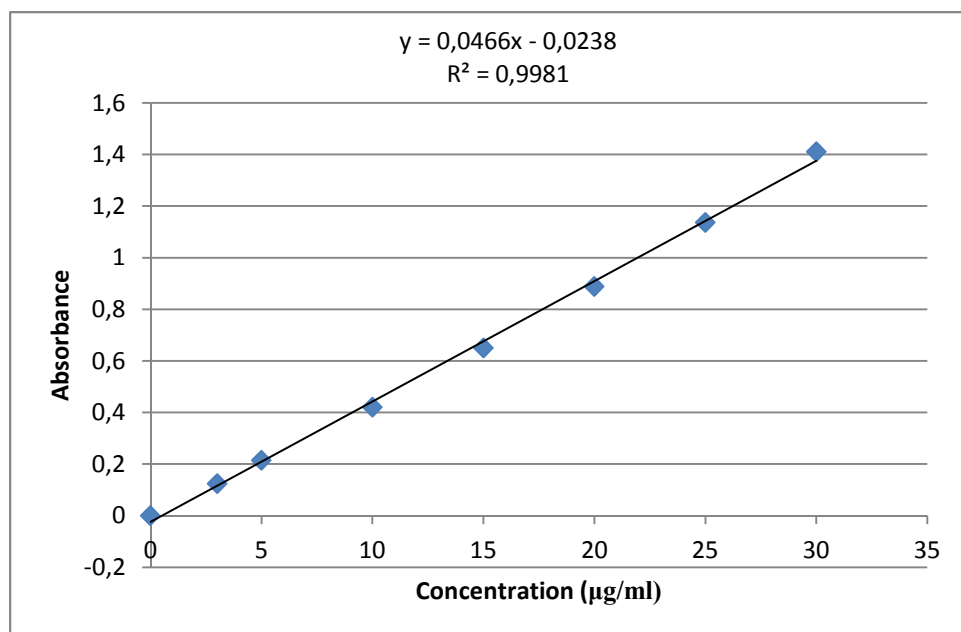
Milieu PDA (Stérilisation à l'autoclave pendant 20 minutes à 120°C)

Composé	Quantité
Pomme de terre	200 g
Glucose	20g
Agar	20g
H ₂ O q.s.p.	1000ml

Annexe 3 : Standard Dosage des polyphénols avec l'acide gallique



Annexe 4 : Standard Dosage des flavonoïdes avec la Quercitrine



Annexe 5 : loin de pourcentage d'inhibition de la germination des spores (erreur standard)

Taux d'inhibition de germination de témoin - Taux d'inhibition de germination de l'extrait

Taux d'inhibition de germination * 100

ملخص:

الذبول الوعائي للحمص هو مرض خطير و شائع في الجزائر بسببه فطر *Fusarium oxysporum f. sp. Ciceris* . اطار البحث عن الاساليب والطرق البديلة للمواد الكيميائية باستعمال مواد طبيعية ذات مصدر طبيعي من اجل مكافحة هذا المرض فقد قمنا بالتحقق من تأثير نشاط البيولوجي لمستخلصات المائية لست نباتات وهي (اكليل الجبل . الشيح . الفلفل البيروفي . الزعتر . الصنوبر الحلبي و ورق الغار) ضد هذا المرض.

وقد كشفت التجارب المخبرية التي قمنا بها نشاط واضح ضد تثبيط نشاط هذا الفطر وقد تمثلت في الحد تفجير وتثبيط الجزئي والكلبي لنشاط ابواغ هذا الفطر. وعلاوة على ذلك تختلف شدة التثبيط باختلاف الانواع النباتية و تركيزها المستعملة ومع ذلك تم العثور على معدل عند الزعتر ب(95.28%) في المقابل سجلت ادنى قيمة عن طريق المعالجة بمستخلص الصنوبر الحلبي ب (25.54%)

اما النتائج المتحصل عليها عن طريق المعالجة بمسحوق النباتات ذات فاعلية ضد الفطريات عن طريق المسحوق الزعتر ورق الغار اكليل الجبل دو قيمة AUDPC اصغر من 200 عاى عكس مسحوق الفلفل البيروفي الصنوبر الحلبي حيث قيمة AUDPC اكبر من 600 النتائج المتحصل عليها تترجم الاثر المباشر للمسحوق النباتي على التركيب الفيزيولوجي للنبتة هذه الاخيرة تقوم بصناعة مواد للدفاع عنها والمتثلة في فلافونويد عند الشتلات المعالجة بمسحوق الفلفل البيروفي (80.96) و الغار ب (97.46) على عكس الشتلات المعالجة بالزعتر والشيخ.

الكلمات المفتاحية: الفطر الفزريومي . مسحوق . مستخلص مائي . مضاد للفطريات . الزعتر .

Résumé

Le flétrissement vasculaire de pois chiche, causé par *Fusarium oxysporum f. sp. ciceris* (FOC), est la maladie la plus importante en Algérie. Dans le cadre de la recherche des méthodes de lutte alternatives aux produits chimiques par le biais des substances naturelles, nous avons investigué l'effet bioactif de *Schinus molle*, *Thymus pallissens*, *Artemisia herba alba*, *Rosmarinus officinalis*, *Pinus halepensis* et *Laurus nobilis* contre le Foc in vitro et in vivo. Les tests ont révélés une activité prononcée des extraits aqueux contre les spores de Foc représentée par rétrécissement, éclatement, inhibition totale ou partielle de la germination. Par ailleurs, l'intensité d'inhibition varie selon l'espèce végétale et la concentration de l'extraits. Cependant, le taux le plus élevé a été constaté avec le *Thymus pallissens* (95.28%) et *Artemisia herba alba* (93.39%). En revanche, les valeurs les plus faibles ont été enregistrées par le traitement par l'extraits de *Pinus halepensis* (25.54%). Les résultats in vivo expriment l'activité antifongique de la poudre de *T. pallissens*, *L. nobilis* et *R. officinalis* dont les valeurs de l'AUDPC obtenus sont inférieures à 200 exprime une réduction de 98% de la gravité de la maladie. En revanche, le Foc a exprimé une résistance contre la poudre de *S. molle* ainsi que de *P. halepensis* avec des valeurs de l'AUDPC supérieures à 600. Les résultats obtenus montrent également l'effet indirect de la poudre sur la physiologie de la plante où elle a surmontée ces mécanismes de défense par la production des substances antifongiques représentées par les flavonoïdes et les polyphénols. A cet effet, le taux plus élevée des flavonoïdes sont notés chez les plantules traitées par la poudre de *Schinus* (80.96) et *laurus* (97.46). Par contre les taux les plus faibles sont enregistrés chez les plantules traitées par la poudre de *A. herba alba* et *T. pallissens*.

Mots clés : *Fusarium oxysporum f. sp. ciceris* (FOC), *Thymus pallissens*, activité antifongique, extraits aqueux, polyphénols, flavonoïdes.