

UNIVERSITE KASDI MARBAH, OUARGLA
FACULTA DES SCIENSES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Mémoire
MASTER ACADEMIQUE
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences agronomiques
Spécialité : Phytoprotection et environnement
Présenté par: Melle BAHHOU Dalia ikram
Mme BENHAMMOUDA Tissir

Thème

Efficacité antifongique d'un extrait méthanolique issu de six plantes du Sahara septentrional algérien sur le *Fusarium sp* dans les conditions "in vitro"

Devant le Jury:

M.KORICHI R.	M.C.B.	Président	UKM Ouargla
M.IDDER Med A.	Pr.	Encadreur	UKM Ouargla
M.MOULAI Y.	Doctorant	Co-Encadreur	CDRAS
M.MAHMOUD Y.	M.A.A.	Examineur	UKM Ouargla

Année universitaire :2020/2021

Remerciements

En premier lieu, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir accordé le courage et la force de mener à bien ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance à notre directeur de notre recherche MIDDERM.A et notre Co Directeur M Moulai. Y.

Nous les remercions pour leurs encadrements, orientations, aides et leurs conseils

Nos vifs remerciements vont également à M KORICHI R. pour sa qualité de Président de ce mémoire de fin d'étude.

Nous tenons à remercier également M MAHMOUD Y. pour avoir accepté d'examiner ce modeste travail

Nous remercions également tous les enseignants qui ont contribué à notre formation à l'Université de Ouargla pour leurs précieux conseils et leur disponibilité.

Il nous est agréable d'exprimer notre profonde gratitude et nos plus vifs remerciements envers toutes les personnes qui de loin ou de près ont contribué à la réalisation de ce travail, notamment M BELAROUSSI M.

Benhammoude et Bahhou

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	Caractères morphologiques des <i>Fusarium</i> .	16
2	Cycle de <i>Fusarium</i> sp. : Illustration des différents modes d'action.	17
3	Observation macroscopique et microscopique du <i>Fusarium</i> sp.	23
4	Situation géographique de trois régions de récolte	24
5	Protocole de l'extraction (macération)	28
6	Différentes étapes de préparation de l'extrait méthanolique	28
7	Méthode de préparation de milieu de culture PDA	29
8	Les étapes de la confrontation directe	31
9	Résultats des traitements des extraits végétaux sur la croissance mycélienne de <i>Fusarium</i> sp.	34
10	Histogramme de taux d'inhibition de la croissance mycélienne de <i>F. sp</i> sous l'effet de l'extrait méthanolique des six plantes par la méthode de diffusion par disque.	35

Liste des tableaux

N	Tableaux	Page
1	Présentation les plantes spontanées du Sahara septentrional testées.	25
2	Analyse de la variance du pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne de <i>Fusarium</i> sp par les extraits végétaux.	35
3	Représentation d'analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95%.	35
4	synthétique des différentes molécules actives contenues dans les plantes utilisées d'après certains auteurs.	37

Liste des photographies

N°	Titre	Page
1	Plantes de végétation d'ergs et des sols sablonneux	6
2	Plantes de végétation des regs et substrats argileux ou caillouteux	6
3	Plantes de végétation de hamada et sols rocheux	7
4	Plantes végétation des dépressions	7
5	Plantes de végétation des sols salés	8
6	Jaunissement des feuilles des tomates (Google, 2021)	18
7	Flétrissement fusarien des tomates (Google, 2021)	18
8	Symptômes de fusariose sur plant de melon (Google, 2021)	19
9	Symptômes de fusariose sur tubercule de pomme de terre (Google, 2021)	19
10	Observation microscopique du <i>Fusarium</i> sp.	23
11	Balance électrique	26
12	Agent solidifiant (Agar)	26
13	Incubateur	26

Liste des Abréviations

PDA : Potatoes Dextrose Agar

EA : Extrait aqueux

AW : activité de l'eau

P. cent : Pourcentage

sp : Espèces

t/min : Tours par minute

H : Heures

Fo : *Fusarium oxysporium*

Table des matières

	Page
Sommaire	
Liste des figures	A
Liste des photographies	B
Liste des tables	C
Liste des abréviations	D
Introduction	1
Chapitre I : Généralité sur les plantes du Sahara	3
I.1. Les plantes Sahariennes	3
I.1.1. Végétation Saharienne	3
I.1.2.- Adaptation Saharienne	4
I.2. Des plantes spontanées	4
I.2.1. Définition des plantes spontanées	4
I.2.2. Cycle biologique	4
I.2.2.1. Végétaux temporaires ou annuelles.....	4
I.2.2.2. Végétaux permanents ou vivaces	5
I.2.3. Répartition spatiales des plantes spontanées en milieux Sahariens	5
I.2.3.1. Végétation d'ergs et des sols sablonneux	6
I.2.3.2. Végétation des regs et substrats argileux ou caillouteux	6
I.2.3.3. Végétation de hamada et sols rocheux	7
I.2.3.4. Végétation des dépressions	7
I.2.3.5. Végétation des sols salés	8
I.2.3.6. Oasis	8
I.2.3.7. Lits d'oued	8
I.2.4. Rôle des plantes spontanées.....	9
I.2.5. L'utilisation des plantes spontanées sahariennes.....	9
I.2.5.1. Les plantes alimentaires	9
I.2.5.2. Les plantes fourragères	9
I.2.5.3. Les plantes médicinales	10
I.2.5.4. Les plantes toxiques	10
I.2.5.5. Usages divers	10
I.2.6. métabolisme.....	10
I.2.6.1. Généralités sur les métabolites secondaires.....	11
I.2.6.1.1. Métabolites primaires	11
I.2.6.1.2. Métabolites secondaires	11
I.2.6.1.2.1. Classification des métabolites secondaires	12
I.2.6.1.2.1.1. Les composés phénoliques	12
I.2.6.1.2.1.2. Les Terpénoïdes et les stéroïdes	12
I.2.6.1.2.1.3. Les alcaloïdes	12
I.2.6.1.2.2. Intérêt des métabolites secondaires	12
Chapitre II : Présentation des champignons phytopathogènes <i>Fusarium</i> sp	
I I.1. Généralité sur <i>Fusarium</i>	14
I I.2 . Taxonomie.....	14

I I.3. Morphologie et caractéristiques physiologiques.....	15
I I.4.Epidémiologie du pathogène	16
I I.5. Cycle biologique de la maladie	16
I I.6 . Symptomatologie	18
I I.7. Facteurs favorables du développement de maladie.....	19
I I.7.1.Les facteurs climatiques	19
I I.7.2. Les facteurs agronomiques	20
I I.7.3. Les facteurs physiologiques	20
I I.8 .Importance économique de la maladie	20
I I.9 .Méthode de lutte	21
I I.9.1. Mesures prophylactiques	21
I I.9.2. Pratiques culturales	21
I I.9.3. Lutte chimique	21
I I.9.4.Lutte biologique	22

Chapitre III: Matériel et méthode

III.1. Matériel biologique	23
III.1.1. Matériel fongique	23
III.1.2.Matériel végétal	23
III.1.3. Matériel du laboratoire	26
III.2. Méthode	26
III.2.1. Préparation des extraits alcooliques	27
III.2.1.1. Préparation des échantions	27
III.2.1.2. Préparation des macéras	27
III.2.2 Préparation de milieu de culture	28
III.2.3 Etude de l'activité antifongique «in vitro» de six extraits alcooliques vis-à-vis phytopathogène <i>Fusarium</i> sp	30
III.2.3.1.Confrontation direct sur milieu de culture	30
III.2.3.2. Evaluation de la croissance mycélienne de <i>Fusarium oxysporum</i>	32
A. Détermination de croissance mycélienne	32
B. détermination de taux d'inhibition de la croissance mycélienne	32
III.2.4. Analyse statistique des donnés	33

Chapitre IV: Résultats et discussion

IV.1. Résultats	34
IV.1.1. Etude du pouvoir antifongique des extraits végétaux	34
IV.1.1.1. Test in vitro	34
IV.2.Discussion	36

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Introduction

Introduction

Depuis des milliers d'années, l'humanité a utilisé diverses ressources trouvées dans son environnement afin de traiter et de soigner toutes sortes de maladies (LEE, 2004). Actuellement, l'organisation mondiale de la santé (OMS) estime qu'environ 81% de l'humanité a recours aux préparations traditionnelles à base de plantes en tant que soins de santé primaire (World Health Organisation, 2000). Les médicaments à base de plantes sont encore largement utilisés et ont une importance considérable dans le commerce international (CORDELL et COLVARD, 2005).

Les ressources végétales spontanées constituent jusqu'à ce jour une source d'intérêt primordial pour l'homme et ses besoins. Elles représentent aussi un phytomédicament appréciable par la population de certains pays du Monde et surtout les pays en voie de développement (TABUTI *et al.*, 2003). En Afrique, la médecine traditionnelle contribue à la satisfaction des besoins en matière de santé de plus de 80% de la population (RUKANGIRA, 1997). Ces ressources comptent environ 500.000 espèces de plantes sur terre, dont 80.000 possèdent des propriétés médicinales (QUYOU, 2003 ; BENKHNIGUE *et al.*, 2011).

Le Sahara septentrional, avec sa grande superficie, compte environ 500 espèces de plantes spontanées (OZENDA, 1991), dont une partie reste utilisée par la population comme plantes d'intérêts médicinales (MAIZA *et al.*, 1993).

Dans le Sahara septentrional algérien, ces plantes médicinales sont très peu étudiées du point de vue ethnobotanique. Les travaux réalisés sont localisés dans les régions de Ouargla et Ghardaïa (MAIZA *et al.*, 1993; CHEHMA et DJEBBAR, 2008 et plus récemment HADJAJI et DERRIDJ, 2013 et KEMMASSI *et al.*, 2014).

La première et véritable description du genre *Fusarium* a été réalisée par LINK en 1809. Il doit son nom du latin *fuscus* (fuseau) en rapport à la forme de ses macroconidies fusiformes et cloisonnées. Il appartient à la division des Ascomycètes et à la famille des Nectriacées. A l'heure actuelle nous utilisons principalement un classement dérivé de celui de NELSON *et al.* (1983) lesquels regroupent les *Fusarium* dans 15 sections. Ce classement a été amendé par BURGESS *et al.* (1994), puis par d'autres chercheurs grâce à l'utilisation des techniques de biologie moléculaire (LESLIE et SUMMERELL, 2006). Les champignons du genre *Fusarium* sont capables de produire des métabolites secondaires toxiques, les mycotoxines, dont la présence augmente l'incidence de la maladie sur les productions agricoles.

Ce travail consiste à étudier l'effet antifongique des extraits méthanoliques des plantes spontanées sur la croissance mycélienne et la sporulation de *Fusarium* sp. Six plantes spontanées testées sont *Colocynthis vulgaris* (Haja), *Peganum harmala* (Harmel), *Oudneya africana* (Henat l'ibel), *Capparis spinosa* (kebbar), *Pituranthos chloranthus* (Guezah) et *Solanum nigrum* (Anebeddib) sont utilisées comme extraits à fort pouvoir antifongique

Le travail est réparti en trois volets :

- ✓ Le premier volet est une étude théorique divisée en deux chapitres ; nous aborderons dans le premier des données générales sur les plantes sahariennes et dans le deuxième chapitre des données générales sur le champignon *Fusarium* sp.
- ✓ Le deuxième volet est une étude expérimentale qui repose sur deux parties :
 - la première concerne la récolte, l'identification de l'espèce végétale.
 - La seconde partie sera consacrée à tester l'extrait de la plante chez le champignon et à évaluer des activités pharmaco-biologiques : antifongique *in vitro*
- ✓ Dans le troisième volet nous avons rapporté les résultats obtenus des extraits des différentes plantes afin de les discuter par la suite.
- ✓ En fin, une conclusion générale résumera les différents résultats obtenus de ce travail.

Chapitre I

Chapitre 1. Généralités sur les plantes sahariennes**I.1. Les plantes sahariennes****I.1.1. Végétation saharienne**

Le tapis végétal saharien caractérisé par le petit nombre d'espèce par contre que le nombre des genres est très élevé (OZENDA, 1991).

La flore du Sahara septentrional est composée de trois familles prédominantes qui sont les Apiacées (35% de ces trois familles), les Astéracées et les Fabacées qui à trois représentent les 35 à 40 % cependant, une attention particulière est faite aux Chénopodiacées, Brassicacées et Zygophyllacées, avec une prédominance au Sud.

I.1.2. Adaptation saharienne

Facteurs climatique, édaphique, biotique, internes sont les divers paramètres qui déterminent très généralement la structure de la végétation (DUPONT et GUIGNARD, 1972).

Selon la différence d'adaptation et disponibilité d'eau liée principalement à la condition édaphique, climatique et topographique, on distingue deux grands groupes biologiques : les végétations temporaires et les végétaux permanent (OZENDA, 1983).

Selon OZENDA, 1983, l'adaptation à la sécheresse se fait par :

- Les modifications anatomiques : La réduction de la surface évaporation , la réduction de la vitesse d'évaporation, l'accumulation de l'eau dans les tissus.
- Les modifications physiologiques : La réduction de cycle végétatif, l'accroissement très important du système racinaire, la présence en excès de sel solubles.

I.2.-Plantes spontanées**I.2.1. - Définition**

Les plantes spontanées sont des espèces végétales qui se développent naturellement à l'état sauvage, sans l'intervention de l'homme (MAROUF, 2000). On emploie souvent le nom arabe Acheb qui couvre un tapis presque continu mais éphémère de vastes surfaces (OZENDA, 1977 ; BENKHETOU, 2010; BENCHELAH et *al.*, 2011). La plantule apparait, fleurit, puis produit ses graines qui attendront une prochaine averse, peut être pendant des années (OZENDA, 1977 ; BENCHELAH et *al.*, 2011).

I.2.2.-Cycle biologique

D'après OZENDA (1983), il existe deux grands groupes biologiques qui sont les végétaux temporaires et végétaux permanents, leur apparition est liée à la disponibilité de l'eau, les conditions édaphiques, climatiques et topographiques.

I.2.2.1.-Végétaux temporaires ou annuels

Les espèces annuelles ou éphémères, meurent après leur floraison printanière et passent la saison sèche sous forme de graine. De même un grand nombre de plantes à bulbe ou à tubercule disparaissent sous terre après avoir fleuri (WOLFGANG et DIETER, 2010). Dès que les conditions hydriques sont favorables, elles effectuent leur cycle vital jusqu'à la floraison et la fructification avant le dessèchement du sol (LAARBI, 2003). Le cycle biologique peut être court, il est de deux à trois semaines (WOLFGANG et DIETER, 2010). Ces plantes constituent souvent, après les périodes de pluies un tapis continu utile au pâturage (OZENDA, 1991 et CHEHMA, 2005). Elles sont caractérisées par une précocité exceptionnelle dès la germination et fleurissent à l'état nain entre 1 à 2 cm.

I.2.2.2.-Végétaux permanents ou vivaces

Les plantes vivaces s'adaptent au climat et au sol par la diminution du nombre de feuilles, de leur grandeur en épine ou sorte d'écailles; l'épaississement par une cuticule d'épiderme des stomates. Pour lutter contre le réchauffement, les plantes grasses ou Cactacées réservent une quantité importante de l'eau au niveau des feuilles, tiges et racines (QUEZEL, 1978 et OZENDA, 1983). Pour absorber le maximum d'eau, les racines superficielles s'étendent sur une vaste surface à l'horizontale pour recueillir les pluies les plus faibles sur le sable, tandis que les racines très longues et verticales s'enfoncent pour atteindre des couches profondes. Chez certaines espèces, ces racines présentent un manchon de sable agglutiné qui empêche l'évaporation (BENCHELAH et *al.*, 2011).

I.2.3.- Répartition spatiales des plantes spontanées en milieux Sahariens

La répartition des espèces végétales et leurs colonisations en groupement sont liées à la disponibilité de l'eau ainsi que les caractéristiques physico-chimiques du sol et de la topographie (OZENDA, 1982). Lorsque ces facteurs sont suffisamment remplis, le tapis végétal atteint son plein développement (OZENDA, 1958). Dans les zones géomorphologiques Sahariennes, la répartition des espèces végétales est irrégulière (CHEHMA, 2006). Cette dernière est en fonction des conditions actuelles géographiques ou

pédologiques, et variations climatiques anciennes, avant 10000 ans considérés (BENCHELAH et *al.*, 2011). Toutefois, la richesse du monde végétal du Sahara est assez variable. Malgré que, l'effectif des espèces végétales spontanées est moins important, elles sont toujours présentées sur les plateaux et dunes. Suivant leurs affinités biologiques et leurs exigences vis à vis du milieu ambiant, la composition des groupements végétaux est sensiblement constante (UNESCO, 1960 et OZENDA, 1958).

I.2.3.1.- Végétation d'ergs et des sols sablonneux

La végétation d'ergs et des sols sablonneux est caractérisée par une dominance du Drinn, *Stipagrotispungens*. Cette dernière forme une association avec une végétation arbustive formée par *Ephedra alata*, *Retama retam*, *Genista conglomerata* et *Calligonum azel*. Les plantes herbacées telles que *Cyperus conglomeratus*, suivies dans le grand Erg Occidental par une graminée endémique, *Danthonia fragilis*. Ce groupement est mal développé au Sahara central, où les sols dunaires occupent des surfaces relativement réduites, sa composition se modifie sensiblement dans le Sahara méridional (OZENDA, 1983) (Photo.01).



Retamaretam



Ephedraalata

Photo.1. Plantes de végétation d'ergs et des sols sablonneux

I.2.3.2.-Végétation des regs et substrats argileux ou caillouteux

La végétation des regs est dominée par *Haloxylon scoparium*, des Chénopodiacées arbustives, des Asclépiadacées, *Pergularia tomentosa* et quelques arbustes et végétaux bulbeux en cas d'ensablement superficiel. Par contre les regs argilo-sableux sont dominés par *Randonia africana*, *Hyoscyamus muticus*, *Zygophyllum album* (OZENDA, 1983) (Photo2).

*Ephedra alata**Pergularia tomentosa***Photo.2.** Plantes de végétation des regs et substrats argileux ou caillouteux

I.2.3.3.-Végétation de hamada et sols rocheux

Sur les plateaux horizontaux ou peu accidentés, la végétation est bien étalée que celle du reg, même après les pluies. Parmi les espèces vivaces, *Anabasis articulata*, accompagnées des plantes annuelles de genres *Erodium*, *Lifago*, *Convolvulus*, *Fagonia* et steppe à *Haloxylum scoparium*. La végétation des pentes et des falaises très variées renferme une forte proportion d'espèces rares et endémiques comme

Aristida adscensinis, *Moricandia suffruticosa*, *Lotus roudairea*, *Senecio flavus* (OZENDA, 1983) (Photo3).

*Erodium, Lifago**Moricandia suffruticosa***Photo 3.** Plantes de végétation de hamada et sols rocheux

I.2.3.4.-Végétation des dépressions

Les groupements qui caractérisent les dayas et les dépressions fermées sont représentés par *Pistacia atlantica*, *Zizyphus lotus*, accompagnées des Composées du genre *Launea*, *Anvillea*,

Bubonium et association d'*Haloxyloums coparium* et de *Rantherium adpressum* avec *Euphorbia guyoniana* (OZENDA, 1983) (Photo4).



Pistacia atlantica



d'*Haloxyloums coparium*

Photo4. Plantes végétation des dépressions

I.2.3.5.- Végétation des sols salés

La végétation des sols salés est caractérisée par les espèces végétales halophiles telles *Salsola foetida*, *Traganum nudatum*, *Salsola sieberi*, et Zygophyllacées comme *Zygophyllum Album* (OZENDA, 1983) (Photo5).



Zygophyllum Album



Traganum nudatum

Photo5. Plantes de végétation des sols salés

I.2.3.6.- Oasis

Les groupements des oasis sont représentés par les espèces adventices qui ont été accidentellement introduites par l'homme (OZENDA, 1977).

I.2.3.7.Lits d'oued

Ils possèdent une végétation plus riche que les autres habitats désertiques (KASSANS et *al.*, 1953). Les groupements qui présentent les conditions les plus favorables (humidité et qualité des sols) pour la survie des plantes spontanées se développent sur des lits d'oueds à fond sableux ou sablo rocailloux (DERRUAU, 1967).

I.2.4. Rôle des plantes spontanées

Les plantes spontanées vivaces constituent un facteur de protection de l'environnement contre l'érosion éolienne et hydrique, ainsi que la fixation du sol et des dunes. Aussi tôt, elles réduisent l'aridité par l'augmentation de la rugosité et diminution de l'albédo; Certaines plantes spontanées forment un habitat naturel d'autres espèces faunistiques. Les arbustes fourragers valorisent les terres marginales inutilisables en agriculture traditionnelle et procurent une biomasse sur pied régulière tout au long de l'année (NEFZAOUI et CHERMITI, 1991 ;et BELAGOUNE, 2012). Parmi les plantes spontanées fixatrices des dunes, *Retama retama*, *Aristida pungens*, *Gemnosporia senegalensis*, *Caligonum comosum* et *Cutandia dichotoma*(HADDAD, 2011).

I.2.5. L'utilisation des plantes spontanées sahariennes

L'importance dans l'alimentation humaine est négligeable, mais il n'en va pas de même pour celle des animaux domestique et notamment pour les troupeaux. Par ailleurs, certains de ces plantes sont utilisés dans la médecine traditionnelle ou dans le petit artisanat ; enfin elles représentent la source du bois de construction et de chauffage (OZENDA, 1991).

I.2.5.1. Les plantes alimentaires

Divers plantes sahariennes fournissent des fruits comestibles d'ailleurs bien médiocres (*Zizyphs lotus*, *Rhusoxyacanth*, *ficus salcifolia*, ... etc.). Elles sont comestibles soit par les graines, les feuilles, les pousses ou par les tubercules (DEROUICHE N ET BENHAMED K, 2012).

I.2.5.2 Les plantes fourragères

Les plantes fourragères appartiennent aux sous embranchement des angiospermes, qui renferment des végétaux très variés (ligneux et herbacés). Ils sont représentés par trois grandes familles : graminées, légumineuses et crucifère (GRENET et *al.*, 1997)

Ces cultures vivaces sont utilisées comme pâturage récoltées comme fourrage vert et entreposées comme foin. Les cultures fourragères doivent permettre aussi à la fois une restauration et une augmentation de la fertilité des sols par le jeu des transferts d'azote de la légumineuse vers le sol, qui peut être mobilisé pour les cultures succédant à la légumineuse, et pour les graminées ce qui donne une augmentation des stocks de matière organique et des éléments nutritifs (FLORET et PONTANIER, 2000).

I.2.5.3. Les plantes médicinales

Une plantes médicinales est une plante dont un des organes (les feuilles, les racines, la tige, ou la fleur) peut posséder des vertus curatives, et parfois toxique selon son dosage. Ce sont toutes les plantes qui contiennent une ou des substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou qui sont des précurseurs dans la synthèse des drogues utiles (SOFOWORA, 2010).

Ces substances ne sont pas forcément actives suivant les espèces en utilites soit les fleurs, les feuilles, les racines. Elles sont de nature chimique différente : certaines sont solubles dans l'eau d'autres dans l'alcool éthylique, d'autres encore dans l'huile. On utilise donc les plantes médicinale en fonction de leurs propriétés chimique et des différentes préparations possibles (MAUBOURGUET, 1999).

I.2.5.4. Les plantes toxiques

La toxicité de différentes plantes a été démontrée par diverses expériences et nombreuses observations ((BOUE, 1949) et (FOLEY, 1939)). Par exemple Sèneçons cas plus connu au Sahara algérien à une odeur forte et pas probablement consommée spontanément par les bêtes mais broutés au même temps que le reste du fourrage. Elle détermine une intoxication mortelle (chameaux, moutons et chèvres), dose de un ou deux gramme suffisante pour la mort de l'animal (DJENNANE, 2016).

I.2.5.5. Usages divers

Quelques plantes sont employées comme détersif, pour épiler les peaux, tanner les cuirs. L'ingéniosité des populations a tiré parti des plantes spontanées pour de multiples usages dans leur vie quotidienne, par exemple le bois (DEROUICHE et BENHAMED, 2012).

I.2.6.métabolisme

I.2.6.1.Généralités sur les métabolites

Plusieurs centaines de milliers d'espèces différentes composent la flore mondiale. Environ 250000 d'entre elles ont été décrites et répertoriées. Ces plantes, véritables usines chimiques, synthétisent des molécules appelées métabolites primaires qui leur sont vitales (sucres, acides aminés, protéines, acides nucléiques,...). Elles synthétisent également des molécules qui leur permettent de contrôler leur environnement, de survivre ou encore de se reproduire en éloignant les prédateurs ou en attirant des insectes pollinisateurs (composés phénoliques, terpènes, stéroïdes,...). Ces métabolites secondaires sont extrêmement nombreux. Du fait de leurs structures chimiques très diversifiées et parfois très complexes, certaines de ces molécules naturelles sont efficaces contre les maladies humaines.

I.2.6.1.1.Métabolites primaires et secondaires

I.2.6.1.1.1.Métabolites primaires

Un métabolite primaire est un type de métabolite qui est directement impliqué dans la croissance, le développement et la reproduction normale d'un organisme ou d'une cellule. Ce composé a généralement une fonction physiologique dans cet organisme, c'est-à-dire une fonction intrinsèque. Un métabolite primaire est typiquement présent dans de nombreux organismes taxonomiquement éloignés. Il est également désigné par métabolite central, qui prend même le sens plus restrictif de métabolite présent dans tous les organismes ou cellules en croissance autonome.

Les métabolites primaires sont caractérisés par leur caractère nécessaire et vital à la survie de la cellule, de l'organisme :

- les acides aminés, source primaire de construction des Protéines
- les glucides, source d'énergie, paroi cellulaire
- les lipides, source d'énergie, membranes cellulaires

I.2.6.1.2. Métabolites secondaires

Représentent toute substance présentes chez un organisme et qui ne participe pas directement aux processus de base de la cellule vivante par opposition aux métabolites primaires et dont la nature et la teneur peuvent être modifiées par des facteurs abiotiques, facteurs environnementaux spatiaux (exposition, altitude, climat, ...) ou temporels (saison, âge, ...), et les molécules induites par des facteurs biotiques, telles les phytoalexines excitées par la présence d'un pathogène. Chez les végétaux, ces composés secondaires regroupent des dizaines de milliers de molécules différentes classées en familles chimiques telles que les polyphénols, les terpènes, les alcaloïdes etc. Outre leur très grande diversité chimique, ces métabolites secondaires se caractérisent généralement par de faibles concentrations dans les tissus végétaux ainsi que par leur stockage souvent réalisé dans des cellules ou organes spécialisés.

I.2.6.1.2.1. Classification des métabolites secondaires

On distingue classiquement trois grandes catégories de métabolites secondaires chez les végétaux :

- Les composés phénoliques
- Les Terpénoïdes et les stéroïdes
- Les alcaloïdes

I.2.6.1.2.1.1. Les composés phénoliques

La définition des composés phénoliques prend en compte, à la fois des éléments structuraux et l'origine biogénétique des composés. Ils se caractérisent par la présence d'un noyau benzénique, portant un groupement hydroxyle libre ou engagé dans une fonction ester, éther ou hétéroside. Le ou les noyaux aromatiques peuvent être synthétisés soit par la voie du shikimate, soit par celle de l'acétate, ce qui permet de différencier deux classes de composés phénoliques. Par ailleurs, la voie des polyacétates intervient chez les végétaux supérieurs pour des composés possédant déjà un noyau aromatique obtenu par la voie des shikimates. Les composés obtenus sont dits mixtes (flavonoïdes) (BRUNETON, 1993).

I.2.6.1.2.1.2. Les Terpénoïdes et les stéroïdes

Issus des mêmes précurseurs, et formés à partir de l'assemblage d'unités à 5 carbones ramifiées, dérivées du 2-méthylbutadiène (polymères de l'isoprène), les terpénoïdes et les stéroïdes constituent probablement la plus large classe de composés secondaires. Comme les

dérivés des acides gras, tels les acétogénines, les terpènes ont pour origine biosynthétique l'acétyl CoA ou le malonyl CoA. Néanmoins, ils ne sont pas spécifiques des végétaux puisque le squalène, le cholestérol ou encore des sesquiterpènes et des diterpènes se rencontrent chez les animaux. Cependant, l'extrême diversité des terpénoïdes chez les végétaux contraste avec le petit nombre détecté chez les animaux (TYLER, 1881).

I.2.6.1.2.1.3. Les alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des métabolites secondaires. Ils sont principalement composés d'azote et sont largement utilisés en médecine. Ils peuvent aussi être très toxiques. La morphine était le premier alcaloïde à être trouvé, elle provient de la plante de *Papaver sonniferum*, ou le pavot à opium, utilisée comme analgésique chez les patients présentant des niveaux de douleur sévères et un antitussif (LESLIE, 2010). Peut-être l'alcaloïde le plus aimé et connu est la caféine. Bien que nous l'utilisions pour rester vigilants, il a des propriétés protectrices pour les plantes dont il provient: le cacao, le café et le thé (LESLIE, 2010).

I.2.6.1.2.2. Intérêt des métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont d'un intérêt majeur en raison de leurs différentes fonctions et leurs activités biologiques impressionnantes allant d'antimicrobien, antibiotique, insecticides, propriétés hormonales à pharmacologique très importante (STOCKIGT *et al.*, 1995). Un large éventail de stimuli externes est capable de déclencher des changements dans la cellule végétale, ce qui conduit à une multitude de réactions, entraînant finalement la formation et l'accumulation des métabolites secondaires qui aide la plante à éliminer les facteurs de stress (Sudha et Ravishankar, 2002).

Chapitre II

Chapitre I I. Présentation de champignon phytopathogènes *Fusarium* sp.**I I.1. Généralités sur le *Fusarium***

En 1809, le genre *Fusarium* a été décrit pour la première fois par Link (JEUNOT, 2005). Ce dernier se compose de plusieurs espèces phytopathogènes responsables de maladies appelées « fusariose » sur un grand nombre de plantes. L'origine du nom *Fusarium* provient du latin *Fusus*, car ses spores sont en formes de fuseau (JEUNOT, 2005). Le genre *Fusarium* est caractérisé par de nombreuses espèces très variables au niveau morphologique. Chacune d'elle étant représentée dans la nature par une majorité de souches saprophytes ou parasites de faiblesse au sein desquelles peuvent se différencier des formes plus ou moins spécialisées douées d'une véritable pathogénicité (FERNON, 1970).

I I.2. Taxonomie :

La taxinomie ou taxonomie a pour objet de décrire les organismes vivants et de les regrouper en entités appelées taxons afin de les identifier, les nommer et enfin les classer. Depuis la seconde moitié du XX^{ème} siècle, une nouvelle approche conceptuelle de ces classifications est possible grâce à la biologie moléculaire. La taxinomie en mycologie est donc en constante évolution suite aux données recueillies lors des différentes approches phylogénétiques. Ce remodelage des classifications s'applique également pour le genre *Fusarium*; appartenant au phylum des Ascomycota, à la classe des Sordariomycetes et à l'ordre des Hypocreales (GHORRI, 2015).

Selon De BOURGOGNE (2013), La nouvelle classification taxonomique du genre *Fusarium* basée sur la phylogénie moléculaire est la suivante :

Règne : Fungi

Division : Ascomycota

Classe: Sordariomycetes

Sous-classe : Hypocreomycetidae

Ordre : Hypocreales

Famille : Nectriaceae

Genre : *Fusarium*

I I. 3. Morphologie et caractéristiques physiologiques

La principale caractéristique morphologique des *Fusarium* est la présence des macroconidies en forme fusiformes, cloisonnées (fig 1) (TABUC, 2007). Le thalle des *Fusarium* est à croissance, habituellement, rapide et de couleur variée (JEUNOT, 2005), les conidiophores parfois très ramifiés formant sur le thalle des coussinets (sporodochies) et portent des masses de spores d'aspects graisseux, les phialides sont plus ou moins allongées et peuvent produire deux types de conidies: des macroconidies fusiformes, avec une cellule basale pédicellée, portant une sorte de talon et/ou des microconidies petites, généralement septées, piriformes, fusiformes ou ovoïdes. Les chlamydospores peuvent être présentes comme absentes, se différenciées soit par le mycélium ou par les conidies (BOTTON *et al.*, 1990 ; JEUNOT, 2005).

Au niveau de physiologie cellulaire, les *Fusarium* ont une croissance optimale à une température comprise entre 22 et 37 °C. La majorité des moisissures se développent bien dans un milieu humide ($A_w = 0,85$), les *Fusarium* se développent dans un milieu très humide ($A_w > 0,9$), ce qui explique leur présence dans les champs et sur les plantes vivantes (CASTEGNARO et PFOHL-LESZKOWICZ, 2002).

Ces moisissures sont aérobies ; l'oxygène leur permet d'effectuer une croissance normale. Cependant, la plupart peuvent se développer même si l'oxygène est limité. Ils se développent normalement à un pH compris entre 3 et 8. Généralement, une croissance fongique est optimale à un pH compris entre 5 et 6 (TABUC, 2007).

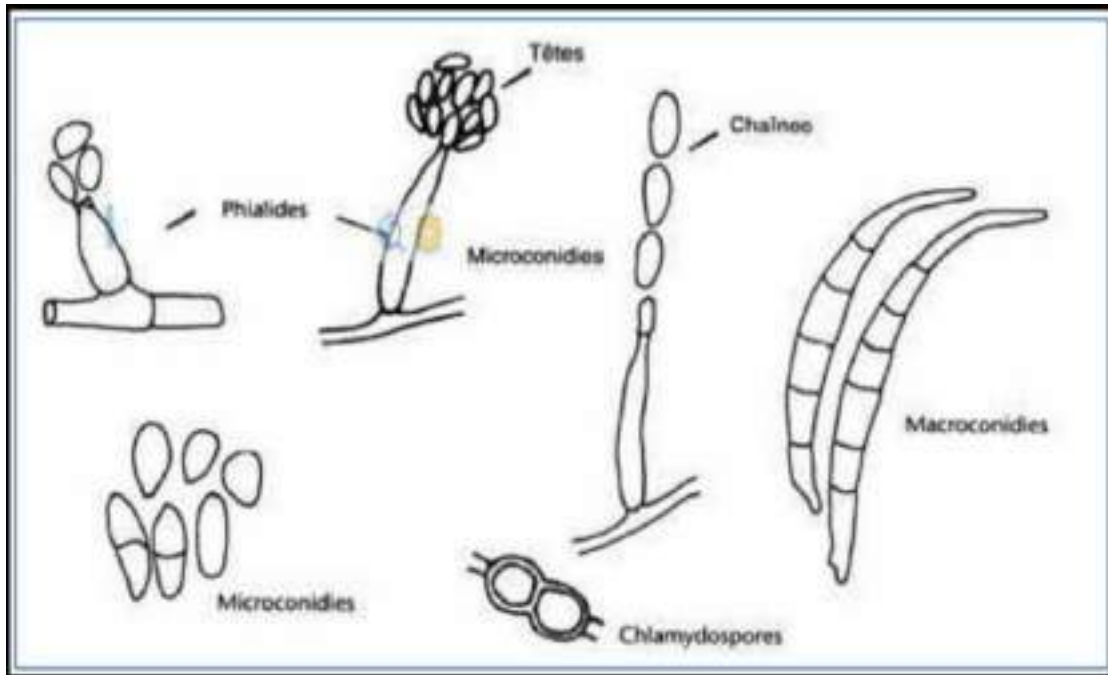


Figure1. Caractères morphologiques des Fusarium (TABUC, 2007).

I I.4. Epidémiologie du pathogène

L'épidémiologie des champignons flétrissement est complexe. De nombreux facteurs tels que la densité d'inoculum, pathotype, âge de la plante, la résistance de l'hôte, la densité des plantes, l'humidité du sol, éléments nutritifs du sol, l'air et la température du sol peuvent affecter le développement flétrissement (HAWARE et *al.*, 1990). Avec la diminution du pH, l'intensité de la maladie augmente flétrissement (GUPTA et *al.*, 1986). Gravité de la maladie et les populations *Fusarium oxysporum* augmentent également avec diminution du potentiel sol-matrice (BHATTI et KRAFT, 1992). En outre, l'incidence de la maladie est maximale à 25 °C dans les essais en pot qui sont réalisées à 15-35°C et inférieure à 15°C, aucune maladie ne développe (GUPTAV, 2015).

I I.5. Cycle biologique de la maladie

Le *Fusarium* responsable d'importants dégâts durant tout le cycle vital de la plante hôte, chez les légumineuses, est transmis essentiellement par les semences, mais peut aussi prévenir du sol où il se conserve sous forme de spores durables. Parasitant les caryopses, le *Fusarium* peut être présent à la surface, soit à l'état de spores libres, soit sous forme de petites colonies mycéliennes. Plus fréquemment, il est interne et se localise dans le péricarpe ou plus profondément dans les téguments séminaux et

l'embryon. Présent autour de ce dernier sous forme de mycélium, les caryopses germent et donnent des plantules qui présentent des faciès caractéristiques durant le cycle vital de la plante hôte (CHAMPION, 1997). Les plantules détruites par le parasite, en pré-émergence comme en post-émergence, constituent une source de contamination par des plantes voisines, c'est le premier foyer infectieux. En effet, le parasite édifié sur la plantule détruite des coussinets sporifères qui sont les spores entraînées par le vent et par la pluie. Ces spores vont infecter les autres plantes ou contaminer le sol.

Au cours des périodes successives de croissance jusqu'à celles de la reproduction de la plante puis la maturité des graines, le *Fusarium*, d'abord localisé au niveau des parties souterraines, se développe et sporule abondamment (figure 2). Il constitue ainsi un deuxième foyer d'infection qui favorise la dissémination de la maladie aux plantes voisines. La maladie se perpétue, ainsi d'une année à une autre, soit par les caryopses infectés qui hébergent le parasite, soit par les spores formées sur la plante parasitée durant tout le cycle végétatif, soit enfin par contamination du sol (MRABET, 1998 et CARON, 2000).

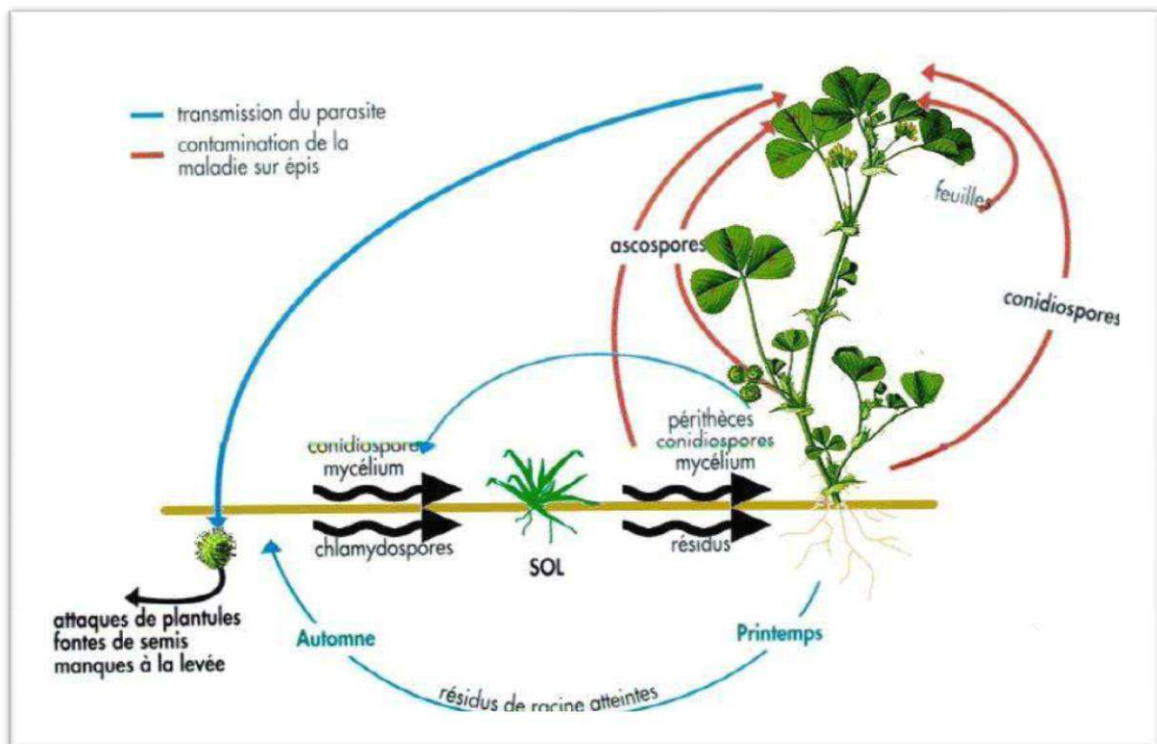


Figure 2. Cycle de *Fusarium* sp. : Illustration des différents modes d'action (CARON, 2000).

I I. 6 Symptomatologie

De nombreuses espèces de *Fusarium* peuvent causer un flétrissement chez la pomme de terre. Les pertes de rendement sont plus élevées lors de saisons très chaudes et sèches. La pomme de terre est le seul hôte connu du *F. solani* *F. sp. Eumartii*, les autres espèces attaquent de nombreuses autres plantes.

Les symptômes induits par les quatre espèces de *Fusarium* responsables de trachéomycoses sont semblables. Les tubercules présentent des taches superficielles, des nécroses, y compris le brunissement et la pourriture du talon, et un brunissement des tissus vasculaires. Le brunissement des tissus vasculaires peut ne pas être visible lors du calibrage, mais il réduit de façon notable la qualité marchande.

L'infection entraîne généralement le flétrissement et la mort prématurée des feuilles et des tiges, souvent une tige à la fois. Le brunissement des tissus vasculaires et la pourriture du cortex s'observent habituellement dans les parties inférieures des tiges et dans les racines.

D'autres symptômes peuvent inclure la chlorose, le jaunissement ou le brunissement des feuilles; le feuillage demeure en rosette végétative et prend une teinte rouge violacé alors que des tubercules se forment à l'axe des feuilles. La fusariose vasculaire et la verticilliose, qui causent des symptômes foliaires semblables, peuvent être confondues. Cependant, les symptômes d'infection interne des tiges sont généralement importants dans le cas de la fusariose vasculaire, alors que, dans celui de la verticilliose, ils sont confinés au système vasculaire.



Photo.6. Jaunissement des feuilles des tomates (Google, 2021)



Photo.7. Flétrissement fusarien des tomates (Google, 2021)



Photo.8.Symptômes de fusariose sur plant de melon (Google, 2021)



Photo.9.Symptômes de fusariose sur tubercule de pomme de terre (Google, 2021)

I I.7. Facteurs favorables au développement de la maladie

La sévérité de la fusariose est conditionnée par trois facteurs indépendants des champignons : les facteurs climatiques, les facteurs agronomiques et les facteurs physiologiques de la plante hôte (BAI et SHANER, 1994 ; SUTTON, 1982 ; WALTER et *al.*, 2009 ; ALVAREZ et *al.*, 2009).

I I .7.1.Facteurs climatiques

Les facteurs climatiques, en particulier l'humidité et la température, jouent un rôle primordial puisqu'ils vont conditionner la germination et l'infection du champignon. Chaque espèce responsable de la fusariose a un optimum de température et d'humidité différents. Des individus de la même espèce mais ayant des origines géographiques différentes vont également avoir des optima différents, en référence avec le climat de leur région d'origine (Xu et NICHOLSON, 2009 ; DOOHAN et *al.*, 2003).

Des expérimentations réalisées par ROSSI et *al.* (2001), sur feuilles détachées ont montré un optimum de fréquence d'infection pour *F. graminearum* et *F. avenaceum* à 28-29°C. Pour *M. nivale* et *F. culmorum*, cet optimum est obtenu à 18°C et 26,5°C respectivement. *F. culmorum*, *F. poae*, *F. avenaceum* et *M. nivale* sont retrouvées dans des régions plutôt fraîches comme le Royaume-Uni alors que *F. graminearum* est plus présente dans les régions plus chaudes comme aux Etats-Unis (DOOHAN et *al.*, 2003 ; ARSENIUK et *al.*, 1999). En Europe la température n'est pas considérée comme un facteur limitant la présence ou non d'une espèce (Xu et *al.* 2008). Au niveau de l'humidité, des pluies fréquentes, une forte hygrométrie et ou de fortes

rosées autour de la floraison et des stades précoces de remplissage des grains sont favorables à l'initiation et au développement de la maladie sur l'épi. Durant tout le cycle cultural, l'humidité et le vent favorisent également la survie et la dispersion de l'inoculum primaire (MC MULLEN et *al.*, 1997 ; ALVAREZ et *al.*, 2009). Si les conditions favorables sont discontinues, l'infection peut toujours avoir lieu mais avec une efficacité réduite (DEWOLF et *al.*, 2003).

I I.7.2. Facteurs agronomiques

Ils jouent un rôle principalement dans la conservation de l'inoculum primaire. Par exemple, un précédent cultural sensible à la fusariose (maïs, blé, orge), c'est-à-dire potentiellement infecté lors de son cycle, est une source potentielle d'inoculum pour la culture suivante via ses résidus. Egalement, un travail du sol augmenterait la dégradation des résidus en favorisant l'activité microbienne et donc limiterait la colonisation des résidus par *F. graminearum* (PEREYRA et *al.*, 2004). Enfin, les grandes surfaces de cultures sensibles à la fusariose sont propices au développement de celle-ci par la multiplication des sources d'inoculum (Mc MULLEN et *al.*, 1997).

I I.7.3. Facteurs physiologiques

Les facteurs physiologiques de la plante hôte sont nombreux et influencent plus ou moins le développement de la fusariose. L'intensité de la maladie dépend non seulement de la quantité d'inoculum initial et de la virulence des souches pathogènes, mais aussi des caractéristiques physiologiques de la plante (taille, densité d'épillets...), son état de stress, son stade de développement, la date et la durée de la floraison et le niveau de résistance de la variété (Xu et *al.*, 2005 ; CHAMPEIL et *al.*, 2004 ; BAI et SHANER, 1994 ; AUDENAERT et *al.*, 2009).

I I.8. Importance économique de la maladie

Sur le plan économique, le genre *Fusarium* est très important parce qu'il regroupe de nombreuses espèces phytopathogènes, susceptibles d'induire des maladies (fusarioses) chez de nombreuses plantes. Ils s'attaquent aux cultures telles que le cotonnier (ASSIGBETSE et *al.*, 1990), le bananier (MOORE et *al.*, 1995), le gombo (DRAME, 2004), le riz (ZEHHAR et *al.*, 2006), le blé (ANONYME, 2004 ; LAUZON et *al.*, 2007) et la tomate, (HIBAR et *al.*, 2007). La fusariose est une maladie responsable du flétrissement ou de la pourriture des racines et des collets des plantes. Dans certains

cas, surtout chez les plantes céréalières, les graines peuvent être impropres à la transformation et à la consommation à cause de la contamination par *Fusarium*.

I I.9 .Méthode de lutte

Différents moyens de lutte existent, cependant la prévention reste la meilleure arme contre les épidémies de fusariose en champ:

I I.9.1. Mesures prophylactiques

Ce sont des moyens de lutte préventifs indispensables dont l'objectif vise principalement à empêcher ou à retarder l'introduction du Fo dans les régions saines par la sensibilisation des producteurs et par des contrôles phytosanitaires (LOUVET, 1991).

I I.9.2. Pratiques culturales

La production de spores infectieuses à partir des déchets végétaux présents dans les champs est la première étape du cycle infectieux de *Fusarium*. Il convient donc de ne pas réutiliser les déchets végétaux pour fumer les cultures.

Au niveau du semis, il est recommandé de semer les céréales dans un sol bien travaillé.

Idéalement le sol doit favoriser une germination et une levée rapide. De cette manière la jeune plante peut être plus robuste pour faire face à une infection.

Une pratique d'alternance de culture apporte des effets bénéfiques compte tenu de la préservation nécessaire des ressources du sol. De plus, elle induit une variation naturelle de la flore favorable à la résistance aux pathogènes. De plus la culture de variétés résistantes est à privilégier.

I I.9.3. Lutte chimique

L'objectif des techniques chimiques est surtout l'éradication des nouveaux foyers détectés dans les zones saines (DJERBI, 1988). Procédant à la fumigation (et/ou solarisation) du sol contaminé après la délimitation du foyer avec une marge de sécurité suffisante. Cette activité nécessite l'abord l'arrachage et l'incinération des arbres sur place. L'utilisation du bromure de méthyle et de la chloropicrine semble donner de bons résultats (FREDERICKS et *al.*, 1988). Cependant, cette méthode d'éradication se heurte à plusieurs problèmes. En effet elle est très coûteuse ainsi que l'utilisation répétée de

ces produits de synthèse risque d'engendrer des problèmes d'environnement et de santé humaine et animale.

I I.9.4-lutte biologique

De nombreux agents de bio-contrôle sont actuellement disponibles dans le commerce. Le principe repose sur l'hyper-parasitisme. Certains champignons sont des parasites d'autres champignons. C'est le cas pour de nombreuses espèces du genre *Trichoderma*. *T. harzianum* a été décrit comme capable de contrôler les pathologies induites par *F. oxysporum* sur le bananier (THANGAVELU *et al.*, 2004).

Chapitre III

Chapitre III. Matériels et méthodes

III.1. Matériel biologique

III.1.1. Matériel fongique

L'espèce de champignon que nous avons testée est *Fusarium* sp. Ce champignon a été isolé à partir des plants de pomme de terre, qui ont été acquis au niveau du laboratoire de l'Institut National de la Recherche Agronomique Algérien de Touggourt (INRAAT). Ces souches sont déposées au laboratoire de microbiologie où elles sont conservées dans une température ambiante jusqu'à leur utilisation.



Figure 3. (BENHAMMOUDA, 2021)



Photo.10.(HAMEL2015)

Figure 3.Observation macroscopique et microscopique du *Fusarium* sp

III.1.2. Matériel végétale

Le matériel végétal utilisé dans cette étude expérimentale sont 06 espèces végétales (tab 01).L'organe végétal choisi pour la réalisation des expérimentations de cette étude est les feuilles. Ces dernières ont été récoltées dans la région de Ghardaïa au début du mois d'avril. L'identification botanique des espèces à été réalisée au Laboratoire « Phoenix ».

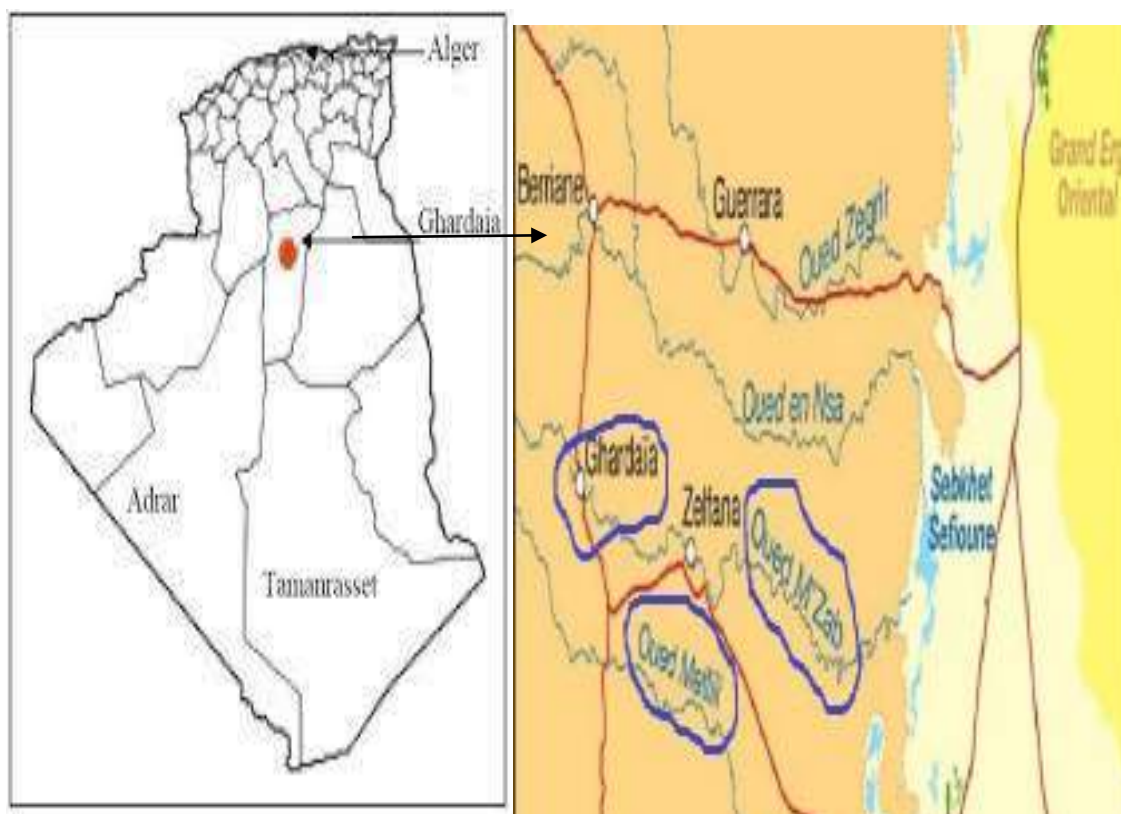








Figure 4. Situation géographique de trois régions de récolte

Tableau01- Présentation des plantes spontanées du Sahara septentrional testées.

Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Régions de récolte	Photographies
Brassicaceae	<i>Oudneya africana</i>	حنة الابل	Kaf dukhan	
Zygophyllaceae.	<i>Peganum harmala</i>	الحرمل	Oued Mzab	
Cucurbitacées	<i>Colocynthis vulgaris</i>	الحجة	Oued Ghazalat	
Apiaceae	<i>Piturantho schloranthus</i>	قزاح	qaedat Metlili	
Capparaceae	<i>Capparis spinosa</i>	كبار	Kaf dukhan	

Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>	عنب الديب	Kaf dukhan	
------------	---------------------------	-----------	---------------	---

III.1.3. Matériel du laboratoire

Le matériel utilisé au laboratoire se résume en : Passoires à mailles fines, pinceau, Pincettes fines, loupe binoculaire, boîtes de pétri, l'alcool et des moyens de stérilisation: humide (autoclave) et sec (four), endroit stérile : bec benzène, eau de Javel, coton utilisé pour le test de toxicité, chambre de culture et conservation : incubateur, frigidaire, autre matériel : broyeur, agitateur et rotavapeur.



Photo.11: Balance électrique



Photo.12: agent solidifiant (Agar)



Photo.13: incubateur

III.2. Méthodes

Dans notre objectif de travail, nous avons étudié l'évaluation « *in vitro* » de l'activité antifongique des extraits alcooliques à partir de sept espèces des plantes de trois régions contre le *Fusarium* sp.

III.2.1 Préparation des extraits alcooliques

III.2.1.1. Préparation des échantillons

Les échantillons de plants (feuillage) récoltés à partir des parcours sahariens, doivent être séchés à l'air libre d'abord, puis découpés en petits morceaux et réduits en poudre à l'aide d'un broyeur. Ces derniers sont conservés dans des sacs en carton jusqu'à leur utilisation.

III.2.1.2 Préparation des macéras

Le procédé d'extraction utilisé au cours de notre expérimentation et la macération alcoolique, qui consiste à maintenir la plante en contact avec du méthanol, à une température ambiante pendant un temps plus ou moins long, afin de libérer et extraire la majorité des molécules actives existantes chez les plantes étudiées.

Cette méthode d'extraction peut être effectuée selon le protocole suivant:

- ✓ Peser 10 g. de la matière végétale
- ✓ Mettre la matière végétale 10g. dans un flacon contenant 100 ml. de méthanol (20ml. D'eau distillée + 80ml.de méthanol).
- ✓ Le flacon est bien fermé et mis en agitation sur un agitateur pendant 22heures.
- ✓ Ce dernier est laissée pendant huit heures, ensuite filtré sur un tissu de mousseline;
- ✓ Récupérer le filtrat dans un Becher;
- ✓ Répéter la procédure une autre fois par papier filtre.
- ✓ Dans un tube à essai hermétique mettre 3ml. de l'extrait dans 12 ml d'eau distillée stérile pour diluer l'extrait et mettre en stérilisation dans une autoclave pendant 20min à une température de 120°C.
- ✓ Le tube est bien fermé et mis en agitation sur un agitateur pour dissoudre l'extrait dilué (homogénéité).
- ✓ Les filtrats sont centrifugés pendant 20 min. à 4000 t/min à température ambiante (10ml. de l'extrait dilué).Par la suite, conservés jusqu'à l'utilisation.

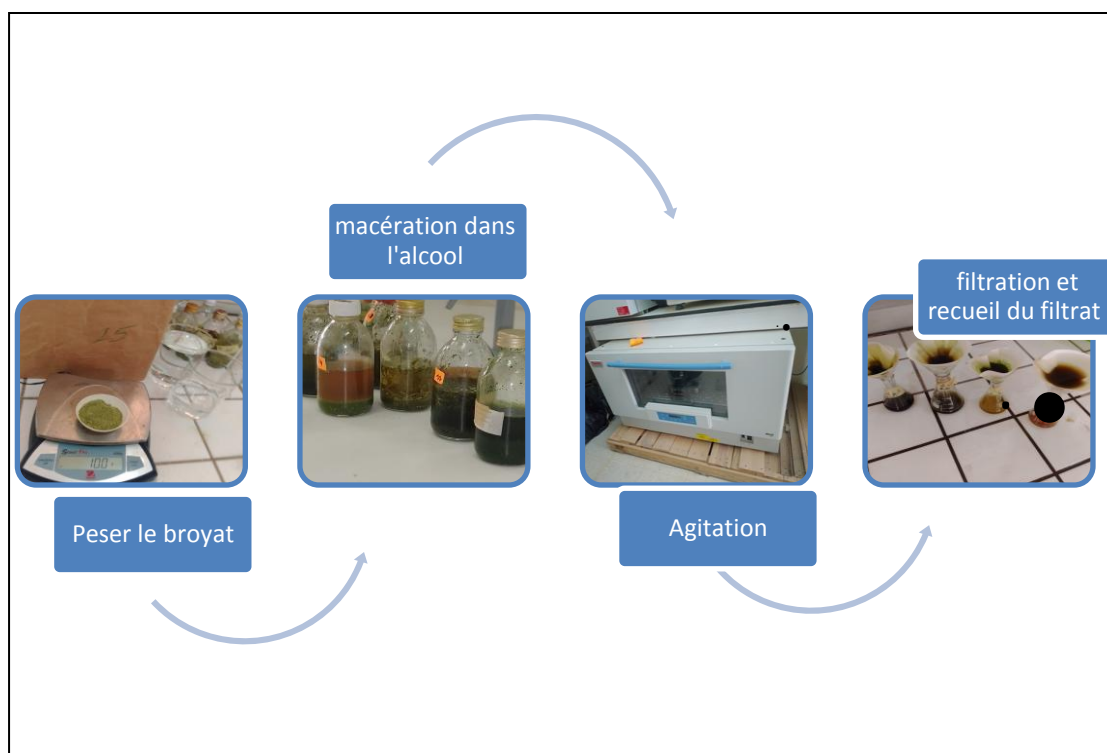


Figure5. Protocole de l'extraction (macération)

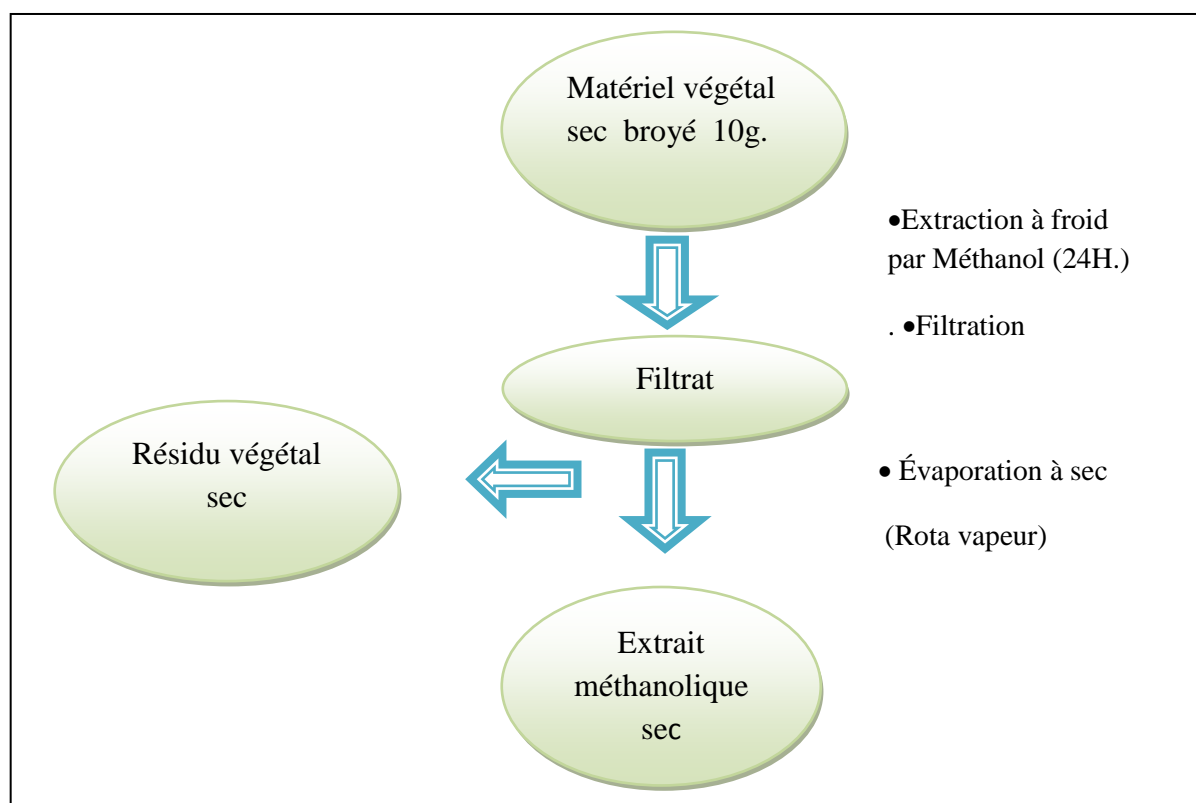


Figure6. Différentes étapes de préparation de l'extrait méthanolique

III.2.2 Préparation de milieu de culture

Au cours de notre expérimentation on a utilisé le milieu PDA. pour que le champignon se développe. Il faudrait que le milieu contienne suffisamment de substances nutritives (glucose) et un agent solidifiant (Agar)

. La composition du milieu PDA est la suivante:

- ✓ Pomme de terre.....320g.
- ✓ Glucose.....2g.
- ✓ Agar agar.....1,8g.
- ✓ Eau distillé.....1 l.

Laver, peser et couper les pommes de terre en petites morceaux et les faire bouillir dans 1 litre d'eau distillée, pendant environ 15 à 30 minutes, puis on laisse décanter le bouillon obtenu, ensuite on filtre et divise la même quantité dans six flacons hermétiques, puis on ajoute dans chaque flacon les autres ingrédients (Glucose, Agar agar). Puis ajuster la quantité d'eau à 95 ml. par l'eau distillée. Ces derniers déposés en autoclave pendant 20 min à 120°C, puis couler dans des boîtes de pétri directement. Par la suite, ils sont conservés pour une utilisation ultérieure.

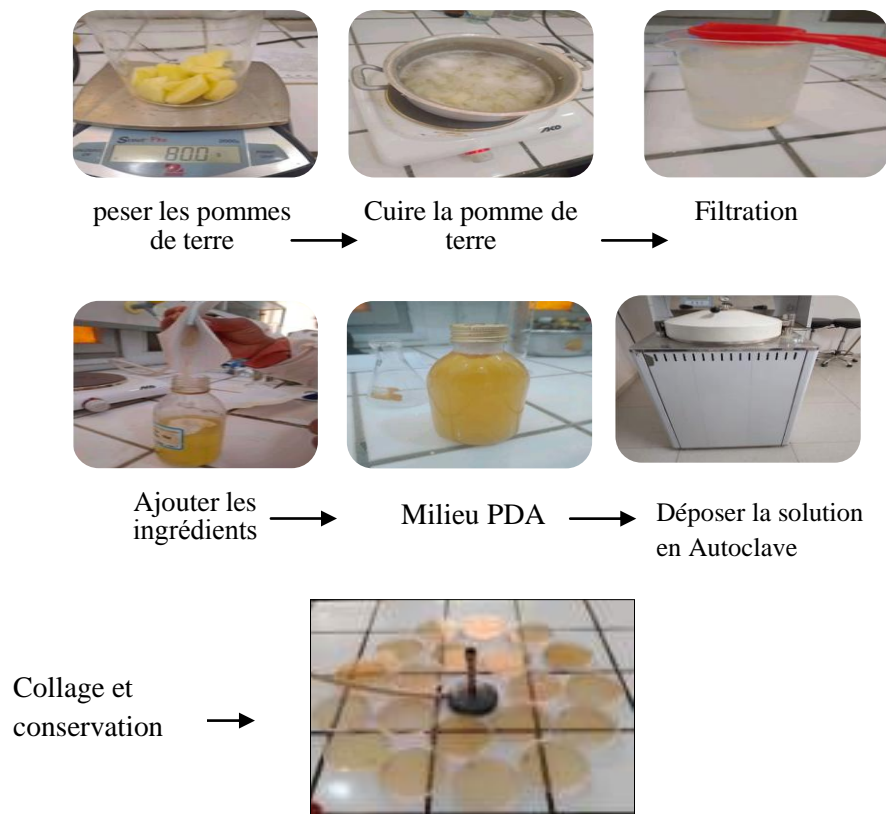


Figure 7. Méthode de préparation de milieu de culture PDA.

III.2.3. Etude de l'activité antifongique «in vitro» de six extraits alcooliques vis-à-vis du phytopathogène *Fusarium* sp.

Evaluer l'activité antifongique in vitro des extraits des plantes sur la croissance de pathogène fongique responsable de la pourriture sèche des pommes de terre.

Les manipulations sont réalisées au niveau du laboratoire de microbiologie de l'université KASDI Merbah Ouargla (ex. ITAS).

III.2.3.1. Confrontation direct sur milieu de culture

La méthode utilisée consiste à cultiver le champignon dans un milieu de culture (PDA) contenant de l'extrait végétal. Ainsi, cinq (05) ml. de l'extrait brut ou de sa dilution de 1/10 est ajoutée à 95 ml. du milieu, juste avant d'être coulé dans des boîtes de pétri, à une température de 45 °C. Après solidification, un disque mycélien issu d'une culture fongique jeune découpé à l'aide d'un emporte-pièce de 6 mm. de diamètre est déposé au centre de la boîte de pétri, le témoin négatif est constitué de boîtes contenant le milieu PDA avec le même volume d'eau distillée stérile ; chaque traitement est répété quatre fois (MOULAY, 2014).

L'activité antifongique des extraits bruts à l'égard des isolats testés, est estimée en mesurant le diamètre des colonies du champignon en mm après 07 jours.

La croissance radiale est exprimée en pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne en utilisant la formule décrite par (PANDEY et COLL).

$$PI = (Dc - Dt) / DC \times 100$$

Où

PI : Pourcentage d'inhibition de la croissance des champignons testés (%).

DC : le diamètre moyen de la croissance mycélienne du champignon non traité (eau distillée stérile) (mm).

CT : Le diamètre moyen de la croissance mycélienne du champignon traité (extrait pur ou dilutions) (mm).

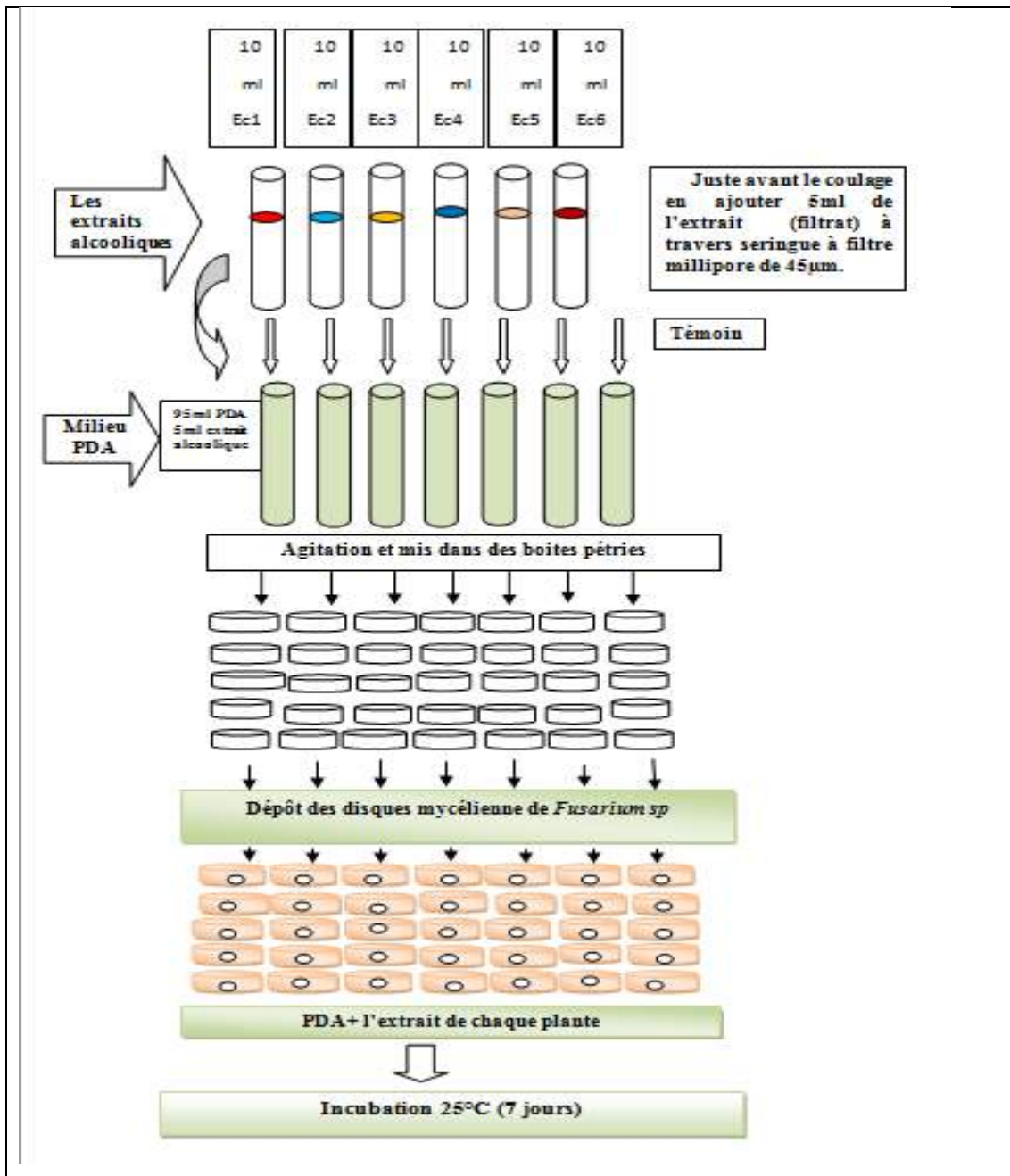


Figure8. Les étapes de la confrontation directe

III.2.3.2. Evaluation de la croissance mycélienne de *Fusarium* sp.

La croissance mycélienne a été évaluée toutes les 24 heures pendant sept jours en mesurant la moyenne de cinq diamètres (cinq répétitions) pour chaque extrait, les cultures sont utilisées en comparaison avec les témoins. Afin de déterminer la vitesse de croissance mycélienne, le taux d'inhibition et la concentration minimale inhibitrice.

A. Détermination de croissance mycélienne

La technique utilisée est celle décrite par BREWER (1960) qui consiste à mesurer la croissance linéaire et diamétrale en utilisant la formule suivante:

$$L = D - d / 2$$

Où:

- **L:** Croissance mycélienne
- **D:** Diamètre de la colonie
- **d:** diamètre de l'explant.

B. détermination de taux d'inhibition de la croissance mycélienne

La croissance radiale est exprimée en pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne. Cette technique consiste à mesurer les diamètres des différentes colonies de champignons après le temps d'incubation requis (après sept jours) en utilisant la formule décrite par PANDEY et *al.*, 1982.

$$TI\% = (Dc - Dt) / Dc * 100$$

Où:

- **TI%:** Taux d'inhibition de la croissance mycélienne des champignons testés;
- **Dc:** le diamètre moyen de la croissance mycélienne du champignon (en mm) dans les boîtes de pétri non traitées (Témoin);
- **Dt:** le diamètre moyen de la croissance mycélienne du champignon (en mm) dans les boîtes de pétri traitées (extrait pur ou dilutions)

L'extrait est qualifié de:

- Très active lorsqu'elle possède une inhibition comprise entre 75 et 100 % ; la souche fongique est dite très sensible ;
- Active lorsqu'elle possède une inhibition comprise entre 50 et 75 % ; la souche fongique est dite sensible ;
- Moyennement active lorsqu'elle possède une inhibition comprise entre 25 et 50% ; la souche est dite limitée ;
- Peu ou pas active lorsqu'elle possède une inhibition comprise entre 0 et 25% ; la souche est dite peu sensible ou résistante.

III.2.4. Analyse statistique des données

Les résultats expérimentaux des données doivent être exploités par le logiciel Excel Stat 2009.1.02. afin de déterminer la signification de chaque extrait sur les maladies (utilisation des ANOVA(s)).

Chapitre IV

Chapitre IV. Résultats et discussions

IV.1. Résultats

IV.1.2. Etude du pouvoir antifongique des extraits végétaux

IV.1.2.1. Test *in vitro*

Les extraits des plantes testés pour leur pouvoir antifongique à l'égard de *Fusarium sp.* ont donné des effets très différents.

Après une semaine d'incubation, les diamètres des colonies des *Fusarium sp.* nous a permis de calculer le pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne par chaque extrait (fig 9).

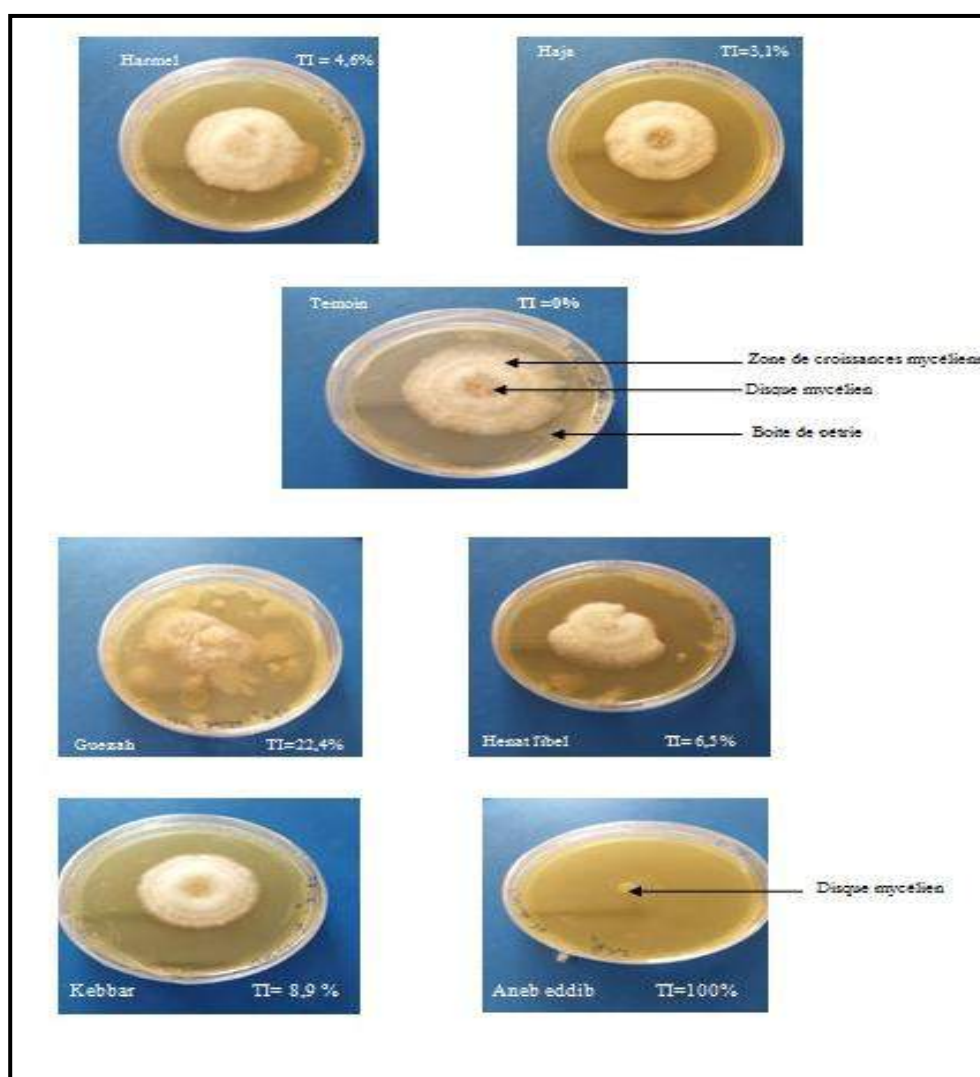
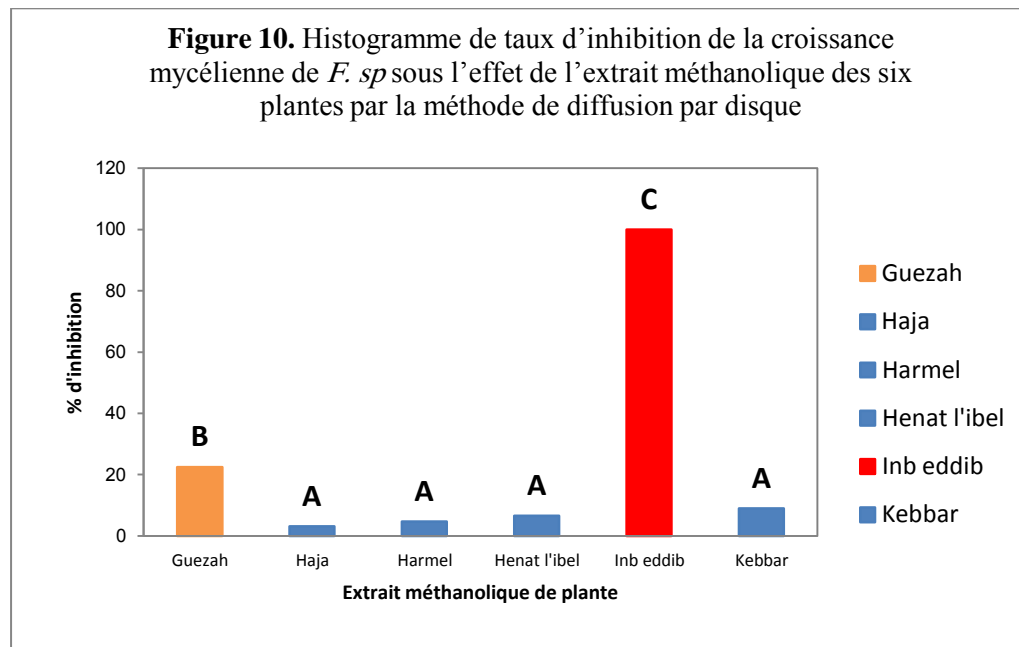


Figure 9. Résultats des traitements des extraits végétaux sur la croissance mycélienne de *Fusarium sp.*

Tableau -2- Analyse de la variance du pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne de *Fusarium* sp. par les extraits végétaux.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr> F
Extrait de plante	5	35598,321	7119,664	176,614	< 0,0001
Erreur	24	967,490	40,312		
Total corrigé	29	36565,811			

L'effet des extraits méthanoliques de six plantes par la méthode de diffusion par disque a montré une probabilité d'erreur de 0,0001 qui est nettement inférieur à 1%, donc il y a une différence hautement significative entre les six traitements.



Les résultats de cette étude sont présentés dans le tableau 02 et la figure9 et 10

Tableau 03: Représentation d'analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95%.

Modalité	Moyenne estimée	Groupes		
Haja	3,101	A		
Harmel	4,651	A		
Henat l'ibel	6,589	A		
Kebbar	8,915	A		
Guezah	22,481		B	
Anbeddib	100,000			C

Selon le test de Fisher (LSD) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95%, on trouve 03 groupes différents :

Le premier groupe A comprend toujours les traitements *Colocynthis vulgaris*, *Peganum harmala*(Harmel), *Oudneya africana* (Henat l'ibel), *Capparis spinosa*(Kebbar), avec un pourcentage d'inhibition de 3,1 % et 4,6 et 6,5 et 8,9 % respectivement. Cela confirme que ces traitements ont le pouvoir d'inhibition très faible.

Le deuxième groupe B est représenté par un seul traitement *Pituranthos chloranthus*(Guezah), avec un pourcentage d'inhibition de 22,4 %. Ce groupe se caractérise par un pouvoir d'inhibition considérée comme faible.

Le dernier groupe C est constitué par le traitement *Solanum nigrum* (Anab eddib), avec un pourcentage d'inhibition maximale de 100 %. Ce traitement a un pouvoir d'inhibition très élevé.

IV.2.Discussions

La fusariose est un terme générique qui désigne un groupe de maladies cryptogamiques causées par une grande diversité de champignons du genre *Fusarium*. La maladie des plantes concernées révèle une gravité variable selon les espèces. Les *Fusarium* sont parmi les champignons telluriques les plus agressifs, causant des flétrissements et des pourritures sur de nombreuses espèces végétales cultivées (HIBAR et al., 2004). En dépit des pertes économiques qu'ils entraînent, le contrôle de ce pathogène reste toujours limité à des mesures prophylactiques. La désinfection du sol n'est jamais complète en raison d'une part, de la difficulté de sa réalisation (BENHAMOU et al., 1997) et d'autre part, à l'induction de souches résistantes ajouté aux fortes potentialités de conservation du pathogène dans le sol. De plus, l'inefficacité des méthodes de lutte chimique ainsi que l'absence de génotypes végétaux, réellement résistants, imposent la considération d'autres méthodes alternatives de lutte contre ce champignon, entre autres par la lutte biologique, qui se basent entre autre sur l'extrait méthanolique des plantes sahariennes spontanées et médicinales.

Les résultats ont révélé l'effet antifongique significatif des extraits par rapport au témoin. Cette signification a été traduite par les valeurs du taux d'inhibition de croissance mycélienne (TI%). Les résultats obtenus ont montré un TI variant entre 3,1% et 100% sur la croissance mycélienne.

Dans notre essai, les trois groupes de l'extrait méthanolique des plantes sahariennes *Colocynthis vulgaris* (Haja), *Peganum harmala* (Harmel), *Oudneya africana* (Henat l'ibel) , *Capparis spinosa* (Kebbar) et *Pituranthos chloranthus* (Guezah) ont montré des valeurs du taux d'inhibition différents.

Solanum nigrum (Anab eddib) a donné une inhibition de 100%, représente l'extrait le plus intéressant.

Tous les autres extraits ont montré une inhibition allant de 3,1 à 22,4 p. cent, non intéressantes.

Tableau04. synthétique des différentes molécules actives contenues dans les plantes utilisées d'après certains auteurs.

plantes	Auteurs	Types d'extrait	Espèces	Résultats	Substances active
<i>Pituranthos chloranthus</i> (Guezah)	AMRAOUI, (2014)	Huiles essentielles	<i>Fusarium graminearum</i> , <i>Fusarium poae</i> , <i>Fusarium langsethiae</i> et <i>Fusarium sporotrichioides</i>	l'HE de <i>P. chloranthus</i> montre une activité d'inhibition de 100% contre <i>F. poae</i> et <i>F. Langsethiae</i>	Alcaloïdes, Flavonoïdes, des terpénoïdes, des glucides
	ZAGHEZ et HENANOU (2019)	Extrait hexane	<i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> et <i>Staphylococcus aureus</i> .	aucune activité antibactérienne contre <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> et <i>P. aeruginosa</i>	
<i>Capparis spinosa</i> (kabbar)	A. MEDDOUR et al., (2011),	Extrait méthanolique	<i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> et <i>Staphylococcus aureus</i> .	L'extrait méthanolique a une activité anti- <i>S. aureus</i> , mais pas contre <i>E. coli</i> et <i>P. aeruginosa</i>	Alcaloïdes, Cétones, Esters, Phénols

	MAHASNEH (2002)	Extraits aqueux et éthanolique	<i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> et <i>Staphylococcus aureus</i> .	Les extraits aqueux et éthanolique présentent des zones d'inhibition sur <i>S. aureus</i> , alors qu'ils sont inactifs sur <i>P.aeruginosa</i> et <i>E. coli</i> .	
		Extrait butanolique		l'extrait butanolique présente des zones d'inhibition sur les mêmes souches	
	PROESTOS <i>et al.</i> , (2006)	Extrait méthanolique	<i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> et <i>Staphylococcus aureus</i>	L'extrait est inactif sur <i>E. coli</i> mais présente une activité suspecte sur <i>S. aureus</i> .	
	RATHEE <i>et al.</i> , (2010-		<i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> et <i>Staphylococcus aureus</i>	présentent une activité contre <i>P. aeruginosa</i> , <i>S. aureus</i> et <i>E. coli</i>	
<i>Colocynthis vulgaris</i> (Haja)	RIGUET ET MEZROUA (2019)	Extrait aqueux	<i>Mauginiella scaettae</i>	Aucun effet antifongique	Alcaloïdes, stéroïdes, tanins
	GACEM <i>et al.</i> (2013)	Extrait méthanolique	<i>Alternaria ochraceus</i> , <i>Alternaria fumigatus</i> et <i>Alternaria niger</i> . <i>Aspergillus flavus</i>	présente un effet antifongique plus important par rapport de l'EA. L'extrait méthanolique inhibe la croissance des souches : <i>Alternaria ochraceus</i> , <i>Alternaria fumigatus</i> et <i>Alternaria niger</i> . Mais <i>l'Aspergillus flavus</i> était plus résistant et a nécessité une concentration d'extrait plus importante.	
<i>Peganum harmala</i> (Harmel)	MAROUA HABOUCHE ET MEBARKA GHERNOUTH (2018)	Extraits méthanoliques	<i>Fusarium sp</i> <i>Alternaria solani</i>	L'extrait a manifesté un bon effet antifongique	Tanins, alcaloïdes, flavonoïdes , saponines

	DAHEL ET MESSAOUDI (2019)	Extraits hydro méthanoliques	<i>bactéries a Gram + et a Gram –</i>	Les extraits sont efficaces contre toutes les souches bactériennes examinées (Gram -, Gram +). présent un effet inhibiteur très important sur la croissance de <i>Salmonella</i>		
			Salmonella			
		Extrait aqueux	Proteus	L'extrait aqueux de <i>Peganum harmala</i> présente un effet inhibiteur de la souche <i>Proteus</i>		
<i>Oudneya africana</i> (Henatlibel)	LAAMARI ET MOSTEFAOUI (2016)	Extraits méthanoliques	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Vibrio sp</i> <i>Escherichia coli</i>	Effet antibactérien considérable sur les six souches bactériennes	Alcaloïdes , tanins, Flavonoïdes , stéroïdes, Saponines	
	BOUHADJER A (2005)		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>			<i>P. aeruginosa</i> présenté une résistance contre l'extrait de cette plante
	NEDJMI ET SOUSSOU (2014)		<i>Escherichia coli</i>			un effet inhibiteur sur les souches <i>Escherichia coli</i>
	GUERRAH ET SEGUENI (2015)		<i>Escherichia coli</i>			un effet qui inhibe la croissance d' <i>Escherichia coli</i>
<i>Solanum nigrum</i> (Anebeddib)	MAURO MUSTO <i>et al.</i> , (2014)	Extrait aqueux	<i>Penicillium digitatum</i>	Aucun effet sur activité antifongique	Phénols, alcaloïdes, tanins, composés réducteurs, flavonoïdes stéroïdes, et tréterpènes et	
	LIN <i>et al.</i> , (2011)	Extraits méthanoliques	<i>Alternaria brassicicola</i>	Inhibition de la germination des spores		
	KANAN <i>et al.</i> , (2008)	Extrait brut	<i>Penicillium digitatum</i>	Activité antifongique importante		

RAGATIM et al., (2015)	Extraits aqueux et méthanolique	<i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> et <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Streptococcus pyrogens</i>	Activité antimicrobienne maximale	saponosides
------------------------	---------------------------------	--	-----------------------------------	-------------

Dans notre cas, et d’après le tableau 04, les cinq premières plantes n'ont pas donné des résultats à effet positif. par contre le sixième *S. nigrum* a donné des résultats spectaculaires.

Ceci est dû au fait que cette plante contient des substances actives telles que: les phénols, alcaloïdes, tanins, composés réducteurs, flavonoïdes stérols, et tréterpènes et saponosides (ACHOUR et FENDA,2019).

D’autres auteurs JAIN et al., 2011; CHAUHAN et al.,2012, mentionnent l’existence d’autres substances telles que : les glycoalcaloïdes, les glycoprotéines et polysaccharides, des composés polyphénoliques tels que l’acide gallique, catéchine, acide protocatéchuïque (PCA), acide caféïque, épicatechine, rutine et naringénine.

Conclusion

Conclusion

Un grand nombre de plantes médicinales contient des composés chimiques ayant des propriétés antifongiques. Plusieurs travaux de recherche ont été focalisés sur les extraits méthanoliques des plantes spontanées.

Dans le domaine agronomique, on entend par lutte biologique toute forme d'utilisation d'organismes vivants ayant pour but de limiter la pullulation et/ou la nocivité des divers ennemis des cultures. Rongeurs, Insectes, Acariens, Nématodes, agents des maladies des plantes et mauvaises herbes sont justiciables d'une telle lutte, qui est basée sur des relations naturelles entre individus ou entre espèces, mises à profit par l'Homme et de l'Environnement.

D'autres moyens de lutte biologique existent également, il s'agit des extraits de plantes tels que les huiles essentielles et les extraits aqueux.

Notre travail s'est orienté sur l'étude de l'effet antifongique d'extrait méthanolique des plantes étudiées. Ces plantes ont été collectées dans la région de Ghardaïa.

Après les avoir étudié au niveau du laboratoire en les transformant en extraits méthanoliques, nous avons obtenus des résultats concernant chaque plante parmi les six (6) retenues.

Il s'est avéré que *Colocynthis vulgaris* (Haja), *Peganum harmala* (Harmel), *Oudneya africana* (Henat l'ibel) , *Capparis spinosa* (Kebbar) et *Pituranthos chloranthus* (Guezah) n'ont pas donné de résultats satisfaisants. Par contre *Solanum nigrum* (Anab eddib) a montré une efficacité spectaculaire (100 p. cent d'inhibition).

L'extrait méthanolique de *Solanum nigrum* possède des bonnes activités antifongiques pouvant être considérée comme un agent conservateur très prometteur pour l'industrie alimentaire afin de réduire la croissance mycélienne responsable de l'altération des principaux aliments, notamment par le *Fusarium*.

Il serait intéressant de poursuivre cette étude pour tester d'autres concentrations.

Comme il serait souhaitable de tester cet extrait sur d'autres pathogènes.

La réalisation et la mise en œuvre de cette expérimentation au terrain reste primordiale.

La possibilité d'utiliser à chaque fois un moyen de lutte biologique reste la meilleure alternative car ce dernier est garante d'un environnement viable et préférable à la santé humaine.

Référence bibliographique

1. **Amraoui. K.**2014-*Etude in vitro de l'activité des huiles essentielles de quelques plantes Spontanées sur la croissance des moisissures associées aux graines des céréales.* Master, Université de Ouargla, Ouargla, 20p.
2. **Belloum.I Abdessattar. N.**2019-*Etude phytochimique et l'effet antioxydant de l'extrait méthanolique de l'espèce Solanum nigrum L.* Master, Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED, 17p.
3. **Belagoune F., 2012-** *Etude et modélisation des crues des cours d'eau en milieu semi aride «Cas des grands bassins versants 05, 06 et 07 ».* Mémoire de Magister. Université d'Ouargla. 156p.
4. **Benchelah A. C., Bouziane H., Maka M., Ouahés C., 2011-** Fleurs du Sahara. Voyage ethnobotanique avec les Touaregs du Tassili. Ed. Ibis Press. Paris. 255p.
5. **Benkhetou A., 2010-** Méthodes d'étude des peuplements végétaux. Supports du cours. 3ème année. Ecologie végétale. 40p.
6. **Benzohra et al.**2019- Activité antifongique de l'extrait méthanolique de r'tem(Retamaraetam) sur la croissance mycélienne et la sporulation de *Fusarium oxysporum* f. Sp. *Albedinis*, agent de Bayoud du Palmier dattier. *Journal Algérien des Régions Arides (JARA) 13 (2): 01-11 (2019).*
7. **Boue A., 1949.** Etude de la toxicité de *Perralderia coronopifolia* Cosson et ses variétés pour les animaux.. Dans: A. I. Pasteur, éd. Alger: 34 (4), pp. 322-333..
8. **BOTTON B. BRETON A., FEVRE M., GUY P.H., IARPENT J.P., SANGLIER J.J., VAYSSIER V. AND VEAU, P.** Moisissures utiles et nuisibles. Importance Industrielle. Masson 1990; pp. 20-191.
9. **Bruneton. J., 1993.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Technique et documentation Lavoisier, Paris, p.p. 915.
10. **Caron J.** 2002. Conférence présentée lors des journées horticoles régionales à St-Rémile 5 décembre 2002.
11. **Caron D., Dupont De Dinechin L. et Malavergne D.** 2006. *Fusarium graminearum* sur les résidus de culture des blés et des maïs et en fonction du travail du sol. In: CR 8ème CIMA AFPP, Tours, France, pp. 293-303.

12. **CASTEGNARO M., PFOHL-LESZKOWICZ A.,(2002).** Les mycotoxines : contaminants omniprésents dans l'alimentation animale et humaine, dans la sécurité alimentaire du consommateur, Lavoisier, Tec&Doc.
13. **Champion R.**1997. Identifier les champignons transmis par les semences. Techniques et Pratiques. INRA Editions p166 à 197.
14. **Chehma.A.** 2006-Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. *Université de Ouargla. Ed. Dar El Houda Algerie. 139p.*
15. **Chehma A. ET Djebbar M.R.,** 2008.- Les espèces médicinales spontanées du sahara septentrional algérien : *distribution spatio-temporelle et ethnobotanique. Revue Synthèse n0 17: 36-45.*
16. **Dahel et Messaoudi.**2019- *Activités biologiques et toxique des extraits d'une plante médicinale Peganum harmala.* Master, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A, 25p.
17. **Derouiche N et Benhamed K,** 2012. *Contribution à l'inventaire des plantes Spontanées dans la région Ayata (Djamaa).. Dans: U. M. K. Biskra., éd. s.l.:Mémoire de Master, pp. 24-27.*
18. **Djilah. H.** 2019- *Contribution à l'étude diversité des plantes Spontanées dans la région Ouled Djellal-Biskra (Algérie).*Master, Université Mohamed Khider de Biskra, 7p.
19. **Djennane K.,** 2016. *Identification et étude de la valeur nutritionnelle des espèces fourragères spontanées de la région de Doucen wilaya de Biskra.* Dans: *D. d. d. Biskra., éd. Biskra: Mémoire de magistère, p. 154.*
20. **Dupont et Guignard J.,** 1972. Botanique systématique moléculaire,. Dans: s.l.:mosson, p. 264. Eric M., 2015. Mesures de la Biodiversité.. Dans: s.l.:UMR. Ecologie des forêts de Guyane., p. 186.
21. **Derruau M., 1967-** Précis de géomorphologie. Ed. Masson. Paris. 415p.
22. **DEBOURGOGNE, A. (2013).** Typage moléculaire du complexe d'espèces *Fusarium solani* et détermination de son mécanisme de résistance au voriconazole.Thèse de doctorat,Université de Lorraine, France
23. **Floret et Pontanier R.,** 2000. Fallows in tropical Africa. Dans: Paris: s.n.

24. **Foley H.**, 1939. Aperçu de la pathologie indigène dans les territoires du Sud algérien.. Dans: Arch. Inst. Pasteur, éd. Alger,,: 17 (1), pp. 1-46.
25. **Guennouni. H et Hammia. I.**2018- *Détermination des mycotxines de fusarium :Caractérisation et réduction de la toxicité.* Master, Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED, 5p.
26. **Guehiliz. N.**2016-*Contribution à l'étude des plantes spontanées dans l'Oued de Biskra.*Master, Université Mohamed Khider de Biskra,45p.
27. **Guissons. H et Hammani. A** .2016- Etude de quelques facteurs épidémiologiques de la fusariose vasculaire de pois chiche (*Cicer areitinum* L.) Causée par *Fusarium oxysporum* f. *spciceris*,.
28. **GHORRI S,(2015)** Isolement des microorganismes possédant une activité anti-*Fusarium*.Thèse de doctorat .116p
29. **Hamdi. I Belkacem .F** 2017 - *Evaluation de l'activité antifongique des extraits aqueux et méthanoulique d'une plante endémique de la wilaya d'Adrar contre la maladie de Bayoud : Fusariose.* Master, UNIVERSITE d'ADRAR, 6p.
30. **Habouche et Ghernouth.**2018 -*Étude de l'activité antifongique de quelques extraits végétaux.* Master, Université Mohamed BOUDIAF de M'sila, 3p.
31. **Hamel. A.** 2016-*Etude de l'antagonisme de Trichoderma sp. vis-à-vis le Fusarium sp. agent de la fusariose du blé en Algérie.* Master, Université M'hamed Bougera Boumerdes, 32p.
32. **Hadjaiji-Benseghier F. ET Derridj A.,** 2013.- Relative importance of the exploitation of medicinal plants in traditional medicine in the Northeastern sahara. *Emir.J.Food Agric.* 25 (9):657-665.
33. **Haddad A., 2011-** Contribution à l'étude de la répartition spatiale de la végétation spontanée de la région de Biskra. Mémoire de magister. Université de Biskra. 153p.
34. **Huda jasim et al-** characterization of alkaloid constitution and evaluation of antimicrobial activity of *solanum nigrum* using gas chromatography mass spectrometry (GC-MC). *Article: REceived 6. Junuqry 2014; accepted 20 march 2015.*

35. **JEUNOT, B. (2005).** Les fusariotoxines sur céréales: détection, risque et nouvelle réglementation. Thèse d'exercice. Université de Nancy I. UFR Sciences pharmaceutiques et biologiques.
36. **Kemassi A., Darem S., Cherif R., Boual Z., Sadine S-E., Aggoune M-S., Ould el Hadj-Khelil A. et Ould El Hadj M-D., 2014.-** Recherche et identification de quelques plantes médicinales à caractère hypoglycémiant de la pharmacopée traditionnelle des communautés de la vallée du M'Zab (Sahara septentrional Est Algérien). *Journal of Advanced Research in Science and Technology, (1), 1-5.*
37. **Kassans M., Hons B. Sc., Le Caire M. Sc., Cambridge Ph. D et Iman M., 1953-** La végétation et la régénération du sol dans les Oueds désertiques. UNESCO. Paris. 25p
38. **Laamari. F et Mostef.A .2017-***Contribution à l'étude de quelques paramètres biochimiques et biologiques (antioxydante et anti bactérienne) de Oudneya africana R de la région de Ghardaïa.* Master, Université Echahiid Hamma Lakhdar --Ell OUED, 40p.
39. **Laarbi A., 2003-** Adaptation au déficit hydrique chez deux espèces des céréales à paille. Blé dure (*Triticum durum* Desf.) et blé tendre (*Triticum aestivum* L.) en région semi-aride de Batna. Thèse de Magiser. I.N.A .El harrach. Alger.
40. **Lahmer.Net Messai. S 2017-** Étude phytochimique et biologique des extraits aqueux et méthanolique des écorces des racines du *Zizyphus lotus* (L).
41. **Mauroet al.** Inibition of *Penicillium digitatum* by a crud extract *solanum nigrum* leaves. *Article may 24,2013; accepted on February13,2014.*
42. **Marouf A., 2000-** Dictionnaire de botanique, les phanérogames. Dunod. Paris.
43. **Meddour et al2011-** Etude de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits d'un ensemble des parties de la fleur du *capparis spinosa* . *Lebanese Science Journal, Vol. 14, No. 1, 2013.*
44. **Mebarki. L-** *Recherche d'activité biologique de molécules végétales*
45. *pour la lutte contre Fusarium oxysporum f. sp. Albedinis.* Thèse. Doctorat, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, 71p.

46. **Moulai .Y** 2014- *Recherche sur des méthodes alternatives de contrôle*
47. *d'Alternaria alternaria et A. solani, agents de l'alternariose de la pomme de terre.* Ecole Nationale Supérieure Agronomique.. Ell-Harrach.. Alger,25p.
48. **Maubourguet P.**, 1999. mémo Larousse ; encyclopédie générale, visuelle et thérapeutique,. Dans: paris: Larousse, pp. 171-173.
49. **Maiza K., Brac De La Perriere R.A. ET Hammiche V., 1993.-** Pharmacopée traditionnelle saharienne : Sahara septentrional. – pp. 169-171 in : Actes du 2ème Colloque Européen d'Ethnopharmacologie & 11ème Conférence Internationale d'Ethnomédecine. – Heidelberg.
50. **Nefzaoui A et Chermiti A., 1991-** Place et rôles des arbustes fourragers dans les parcours des zones arides et semi-arides de la Tunisie. I.N.R.A de Tunisie CIHEAM. Options Méditerranéennes 16 :119-25.
51. **Ould El Hadj M.D., Hadj-Mahmmed M. et Zabeirou H., 2003.-** Place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région de Ouargla (Sahara septentrionale est) *Courrier du Savoir-N°03, Janvier 2003, 47-51.*
52. **Ozenda**, 1991- Flore et végétation du Sahara,3ème édition,. PARIS: du CNRS.
53. **Ozenda P.**, 1977- Flore du Sahara. Dans: C. .. R.S, éd. paris: s.n., 622 p.
54. **Ozenda P.**, 1982- Les végétaux dans la biosphère.. Dans: PARIS,: Ed. ISBN., 421 p.
55. **Ozenda P.**, 1983- Flore de Sahara. 2ème édition,. PARIS: CNRS.
56. **Ozenda P.**, 2004- Flore et végétation du Sahara. Dans: CNRS éditions éd. Paris,: 3 ème, pp. 179 -318 - 326 -344.
57. **Quézel P. et Santa S.**, 1962-1963 - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. *Ed. CNRS Paris. 2 Vol. 1170 p.*
58. **Quezel P., 1978-** Analyse of the flora mediterranean and Sahara Africa. *Annals of the Missouri botanical, Garden : 479-535.*
59. **Rajathi .D et al-** screening of *solanum nigrum* for its phytochemical and antimicrobial activity against respiratory tract pathogenensm , Article: *REceived 6. December 2014; accepted 2 june 2015; published 9 july 2015.*
60. **Riguet. S et Mezroua. Z** 2019.*Utilisation de quelques extraits végétaux (Colocynthis vulgaris)la lutte contre la pourriture de l'inflorescence du palmier dattier dans la région de Biskra .Master, Université Mohamed Khider de Biskra, 25p.*

61. **Rukangira E.**, 1997.- Actes de l'atelier régional : Plantes médicinales et méd(cines traditionnelles en Afrique Conakry, Rep. de Guinée, 17 - 21 Novembre 1997 56p.
62. **Sofowora A.**, 2010. Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique. Dans: s.l.:KARTHALA Editions
63. **Tabuti J.R.S., Lye K.A. et Dhillion S.S.**, 2003.- Traditional herbal drugs of Bulamogi, Uganda: plants, use and administration. J. Ethnopharmacology, 88, 19-44.
64. **TABUC CRISTINA. (2007).** *Flore fongique de différents substrats et condition optimales de production des mycotoxines.* Thèse de Doctorat. Institut polytechnique de Toulouse.
65. **Tyler. V.E., Brady. L.R. et Robbers. J.E., 1881.** Pharmacognosy. Lea & Febiger, Philadelphia, p.p. 520.
- 66.
67. **Unesco., 1960-** Les Plantes Médicinales des Régions Arides. Recherches sur les Zones Arides. Paris. 99p.
68. **Wolfgang L et Dieter P., 2010-** Gros plan sur les plantes de Méditerranée. Ed. Nathan. Paris.254p.
69. www.atlas-sahara.org.
70. www.popups.uliege.be
71. www.teline.fr Biodiversité végétale du sud-ouest marocain.
72. www.researchgate.net/figure/Les-oueds-de-la-dorsale-du-MZab_fig5_43194102

Tableau: Estimation des mesures du diamètre des colonies du champignon *Fusarium* sp. en mm. près 07 jours.

	Témoin	Boite 1	Boite2	Boite 3	Boite 4	Boite 5	Boite 6
Repitition1	50	48	46	47	47	Aucune développement	47
Repitition2	57	48	54	46	46		48
Repitition3	53	51	54	34	49		45
Repitition4	51	50	49	41	47		46
Repitition5	47	49	47	33	52		49

Tableau: représentative de taux de croissance mycélienne.

Extrait de plante	Taux de croissancemycélienne
Harmel	48
Harmel	48
Harmel	51
Harmel	50
Harmel	49
Haja	46
Haja	54
Haja	54
Haja	49
Haja	47
Guezah	45
Guezah	47
Guezah	34
Guezah	41
Guezah	33
Henatl'ibel	47
Henatl'ibel	46
Henatl'ibel	49
Henatl'ibel	47
Henatl'ibel	52
Inbeddib	0
Inbeddib	0
Inbeddib	0
Inbeddib	0
Inbeddib	0
Kebbar	47
Kebbar	48
Kebbar	45
Kebbar	46
Kebbar	49
Temoin	50
Temoin	57

Temoin	53
Temoin	51
Temoin	47

Tableau : représentative du Taux % d'inhibition

N°	Extrait de plante	% d'inhibition
1	Harmel	6,976744
2	Harmel	6,976744
3	Harmel	1,162791
4	Harmel	3,100775
5	Harmel	5,03876
6	Haja	10,85271
7	Haja	-4,65116
8	Haja	-4,65116
9	Haja	5,03876
10	Haja	8,914729
11	Guezah	12,7907
12	Guezah	8,914729
13	Guezah	34,10853
14	Guezah	20,54264
15	Guezah	36,04651
16	Henat'ibel	8,914729
17	Henat'ibel	10,85271
18	Henat'ibel	5,03876
19	Henat'ibel	8,914729
20	Henat'ibel	-0,77519
21	Inbeddib	100
22	Inbeddib	100
23	Inbeddib	100
24	Inbeddib	100
25	Inbeddib	100
26	Kebbar	8,914729
27	Kebbar	6,976744
28	Kebbar	12,7907
29	Kebbar	10,85271
30	Kebbar	5,03876

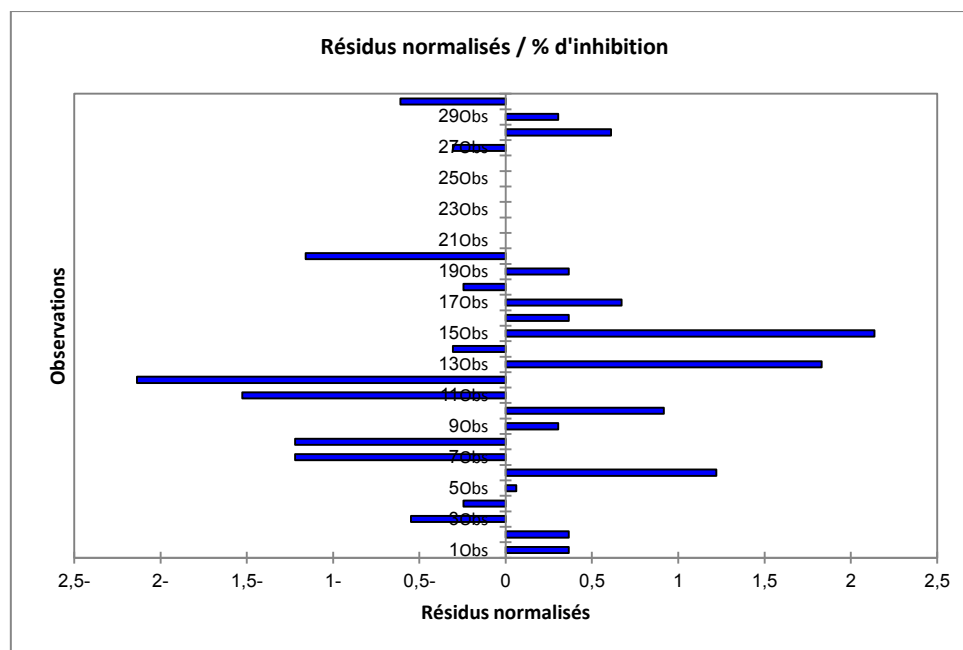


Fig.02 :Teste denormalité

Tableau : Statistiques descriptives

Variable	Observations	Obs. avec données manquantes	Obs. sans données manquantes	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
% 'inhibition	30	0	30	-4,651	100,000	24,289	35,509

Variable	Modalités	Effectifs	%
Extrait de plante	Guezah	5	16,667
	Haja	5	16,667
	Harmel	5	16,667
	Henatl'ibel	5	16,667
	Inbeddib	5	16,667
	Kebbar	5	16,667

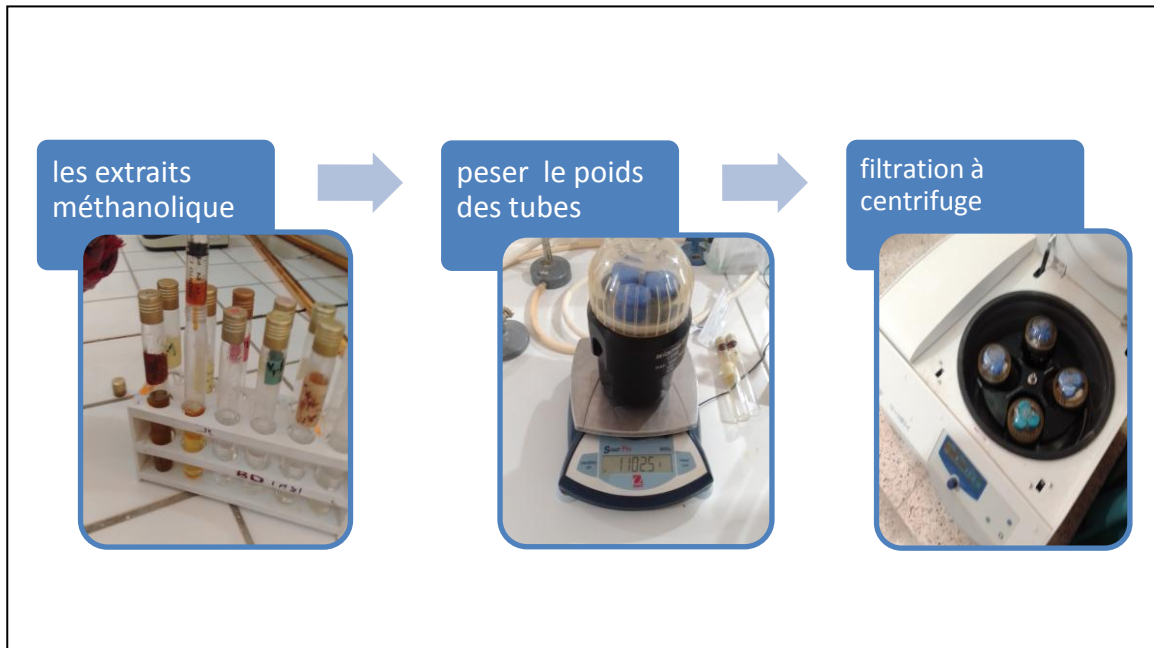


Fig. les étapes de filtration centrifuge

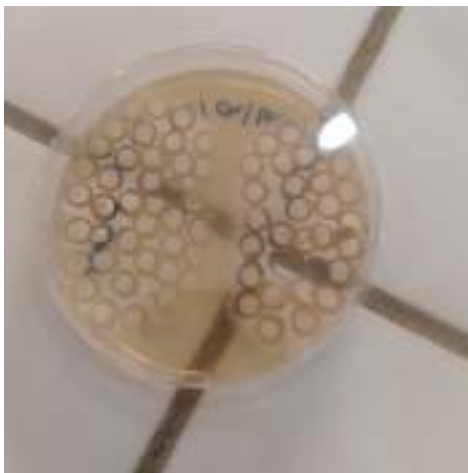


Fig. formation des disques mycélien par l'emport pièce de 0,06 mm.



Fig. Stérilisation d'extrait méthanolique par filtre à millipore de 45µm



Fig. manipulation de repiquage du champignonnes *Fusarium* sp.

Fig. position de disque mycélienne du champignonnes *Fusarium* sp.



Fig. les filtrats retenu après la filtration centrifuge

Résumé

Ce travail a pour objectif l'évaluation de l'activité antifongique de l'extrait méthanolique de six plantes sahariennes *Colocynthis vulgaris* (Haja), *Peganum harmala* (Harmel), *Oudneya africana* (Henat l'ibel) , *Cappari sspinosa* (Kebbar) *Pituranthos chloranthus* (Guezah) et *Solanum nigrum* (Anab eddib), issues de la région de Ghardaïa au début du mois d'avril . L'expérience a été testée sur la croissance mycélienne de *Fusarium* sp. agent de fusariose par l'utilisation de la méthode de diffusion par disque mycélienne. Les résultats ont montré que seul, l'extrait de *Solanum nigrum* a présenté des résultats très satisfaisant (100 p. cent) d'inhibition. Quant aux autres plantes utilisées, les résultats restent non satisfaisant (3,1 à 22,4 p. cent).

Mots clés : Activité antifongique, fusariose, plantes sahariennes, lutte biologique et extrait

Summary

This work aims to evaluate the antifungal activity of the méthanolique extract of six Saharan plants *Colocynthis vulgaris* (Haja), *Peganum harmala* (Harmel), *Oudneya africana* (Henat'l'ibel), *Capparisspinosa* (Kebbar) *Pituranthos chloranthus* (Guezah) and *Solanum nigrum* (Anab eddib), from the Ghardaïa region at the beginning of April. The experiment was tested on the mycelial growth of *Fusarium* sp. agent of *Fusarium* wilt by use of the mycelial disc diffusion method. The results showed that *Solanum nigrum* extract alone showed very satisfactory (100%) inhibition results. As for the other plants used, the results remain unsatisfactory (3,1 to 22,4%)

Keywords: Antifungal activity, *Fusarium*, Saharan plants, biological control and méthanolique extract

ملخص

يهدف هذا العمل إلى تقييم النشاط المضاد للفطريات للمستخلص الميثانولي لستة نباتات صحراوية *Colocynthis vulgaris* ((haja و *Peganum harmala* (Harmel) و *Oudneya africana* (Henat'l'ibel) و *Capparisspinosa* (Kebbar) و *Pituranthos chloranthus* (Guezah) و *Solanum nigrum* (عنب الديب) من منطقة غرداية مطلع نيسان. تم اختبار التجربة على النمو الفطري للفطر *Fusarium* sp. عامل ذبول الفيوزاريوم باستخدام طريقة انتشار القرص العضلي. أظهرت النتائج أن مستخلص *Solanum nigrum* وحده أظهر نتائج تثبيط مرضية جدا (100%). أما بالنسبة للمحطات الأخرى المستخدمة فقد ظلت النتائج غير مرضية (3.1 إلى 22.4%).

الكلمات المفتاحية: نشاط مضاد للفطريات, الفيوزاريوم, النباتات الصحراوية, المكافحة البيولوجية و المستخلص الميثانولي.