

UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques



MEMOIRE

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Phytoprotection et Environnement

Présenté par : Mlle .DJEDIAI Rokia

Mlle. ROUAS Hayat

Thème

Evaluation du potentiel fongicide des extraits aqueux de huit espèces végétales issues de la végétation du Sahara septentrional contre le *Fusarium* sp.

Soutenu publiquement

Le :04 /07/2021

Devant le Jury

KEMASSI Abdellah (Professeur)	Président	UKM Ouargla
IDDER Med. Azzedine (Professeur)	Encadreur	UKM Ouargla
MOULAI Younes (Ingénieur principal. Doctorant)	Co-encadreur	CDARS Ouargla
YOUCEF Mahmoud (Maitre-Assistant A)	Examineur	UKM Ouargla

Année Universitaire : 2020/2021



Dédicaces

Je tiens avant tout à remercier Dieu

A mon père

A ma mère

A mes frères et sœurs (Laid, Mourad, Safia, Samira, Zeinab, Samiha, Halima)

et

Mes grand –parents, ainsi que mes oncles

A mes amis (Charifa, Rokia, Nour, Samiha, Latifa, Hafsa, Zeinab, Amel, Djamilia, Nadjwa, Hinda, Nosuba, Wafa et Maroua)

A mon fiancé

Pour ta compréhension et ton soutien tout au long de ce travail inestimable.

HAYAT





Dédicaces

Je dédie mon travail à :

*Une personne que m'a soutenu pendant toute
ma vie surtout en ce qui concerne mes études et
qui est toujours à mes côtés : Mon père*

Mohammed Lakhder.

*Une autre personne qui m'a toujours aidé, une
Personne qui m'a donné sa tendresse, sa
patience et son amour : ma mère Khadija.*

Mes chers frères :

Abd el Raouf et Ibrahim

Mes sœurs :

*Djamila, Nasira, Razika, Malika, Amal, Fatima,
et Radia.*

A mes grand –parents et cousins,

*A mes oncles, et à mes amies : Hayat, Samiha,
Faiza, Hafsa, Aicha, Zeinab, Latifa, Oum El
Khir, Wafa, Huda, Asia, Farida Chaima,
Nadjat,*

*À tous les étudiants, enseignants et personnels
du département des sciences agricoles.*

Rokia





Remerciements

Nous remercions, tout d'abord, Dieu tout puissant, qui nous a donné la force et la volonté pour terminer ce travail, suite à l'achèvement de ce modeste travail, nous présentons nos remerciements à :

Notre encadreur M. IDDER M.A. qui par ses encouragements et ses fructueux conseils, nous a apporté une aide précieuse pour la réalisation de ce travail.

Nous Remercions Mme IDDER IGHLI. Pour ses conseils et remarques.

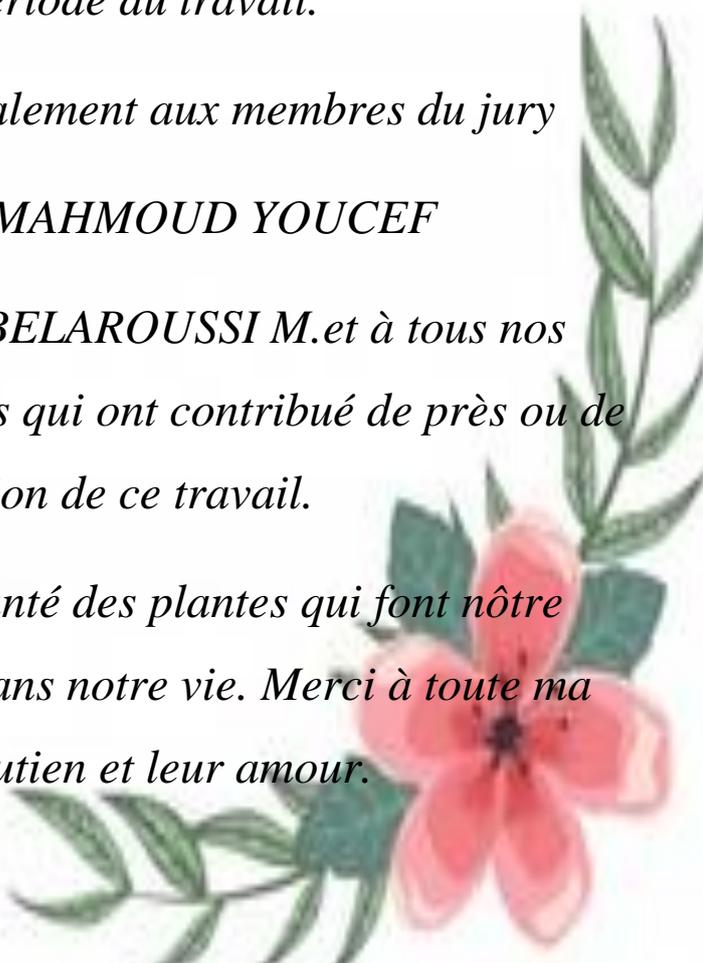
Nous tenons à remercier tout particulièrement et vivement notre Co-encadreur MOULAI Y. pour ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.

Nous Remercions vont également aux membres du jury

Pr. KEMASSI A. et M. MAHMOUD YUCEF

Un grand remerciement à M.BELAROUSSI M. et à tous nos enseignants. Toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

A nos amis de spécialité de Santé des plantes qui font notre équilibre, pour leur présence dans notre vie. Merci à toute ma famille pour leur soutien et leur amour.



Liste des abréviations

PDA : Potato Dextrose Agar.

G, E: Google Earth

Fig: Figure

Eq : extraits aqueux

TI : Taux d'inhibition

DMT :Diamètre Moyen sur le milieu témoin,

DME :DiamètreMoyen sur le milieu avec extrait

ANOVA : Analysesde la variance

P : Probabilité value

HE Huile essentielle

DDL : Degré De Liberté.

F : Ficher.

LSD : Last Significative Différence.

T : Témoin

Liste des figures

Figure	Page
Fig 01: Situation géographique de trois régions de récolte (GOOGLE EARTH, 2021)	26
Fig 02: Broyage des plantes et obtention des poudres	26
Fig 03 : Méthode d'extraction aqueuse à partir de la matière végétale	29
Fig 04 : Schéma de préparation d'extraction aqueuse des plantes.	29
Fig 05 : Méthode de préparation de milieu de culture PDA	31
Fig 06 : Les étapes de la confrontation directe.	32
Fig. 07: Histogramme représentant le pourcentage d'inhibition de la croissance	34
Fig.08 : Résultats des traitements des extraits végétaux sur la croissance mycélienne de <i>Fusarium sp</i>	35
Fig. 08: Résultats des traitements des extraits végétaux sur la croissance mycélienne du <i>Fusarium sp</i>	36

Liste des photographies

Photos	Pages
Photo 01 : Champignon de <i>Fusarium sp</i>	22
Photo 02: Mixeur électrique	26
Photo 03: Poudres des huit plantes testées	26

Liste des tableaux

Titre de Tableaux	Page
Tableau 01 : Espèces végétales endémiques de la flore saharienne	6
Tableau 02 : Présentation des plantes testées.	23
Tableau 3 : Matériels utilisés pour l'extraction	27
Tableau 04 : Analyse de la variance du pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne de <i>Fusarium</i> sppar les extraits de végétaux.	37
Tableau 05 : Résultats du test de Fisher (LSD) pour le pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne de <i>Fusarium</i> sp par les extraits végétaux.	37
Tableau 06 : Résultats synthétiques à travers différents auteurs	40

Table des matières

Titre	Page
Dédicaces	/
Remercîments	/
Liste des abréviations	I
Liste des figures	II
Liste des photographies	II
Liste des tableaux	III
Introduction	01
Partie I. Synthèse bibliographique	
Chapitre I Généralités sur les principales caractéristiques des zones sahariennes et les plantes spontanées	
I. Caractéristiques physiques de la zone d'étude	03
I.1 Le Sahara	03
I.2. Le climat	03
I.3. La géologie	03
I.4. La géomorphologie	04
I.4. 1. Les Hamadas	04
I.4.2. Les Regs	04
I.4.3. Les accumulations sableuses	04
I.4.4. Les dépressions	04
I.4.4.1- Les dayas	04

I.4.4.2- Les Sebkhass et les Chotts	04
I.4.4.3. Les lits d'Oued	05
II. Plantes spontanées	05
II.1. Définition	05
II.2. Composition et origines de la flore saharienne.	05
II.3. Composition systématique.	05
II.4. Cycle biologique	06
II.4.1. Végétaux temporaires ou annuelles	07
II.4. 2.Végétaux permanents ou vivaces	07
II.5. Rôle des plantes spontanées.	07
II.6. Principales plantes du Sahara septentrional.	08
Chapitre II:Présentation des champignons phytopathogènes et moyens de lutte	
II.1. Généralités sur les champignons phytopathogènes	09
II.1.1. Généralités sur les Fusarium	09
II.1.1.1. Position taxonomique	09
II.1.1.2. Morphologie et identification en culture	10
II.1.1.2.1 Macroscopiquement	10
II.1.1.2.2. Microscopiquement	10
II.1.1.3. Symptômes	11
II.1.1.4. Cycle biologique	11
II.1.1.5. Méthodes de lutte contre <i>Fusarium</i> sp	12
II.1.1.5.1. Lutte culturale	12
II.1.1.5.2. Lutte physique	12

II.1.1.5.3. Utilisation de fongicides	12
II.2. La lutte biologique	13
II.2.1. Les moyens de la lutte biologique	13
II.2.1.1. Epannage d'extraits végétaux	13
II.2.1.2. Etablissement d'une confusion sexuelle	14
II.2.1.3. Lutte autocide ou lutte génétique	14
II.2.1.4. Lutte microbiologique	15
II.2.2. Extraits de plantes	15
II.2.2.1. Huiles essentielles (HE)	15
II.2.2.2. Extraits végétaux	16
II.2.2.3. Extrait fermenté	16
Chapitre III : Utilisation et propriétés des plantes en protection des végétaux	
III.1. Contrôle des bioagresseurs	17
III.2. Extraits aqueux des plantes	17
III.3. Domaine d'application	18
III.3.1. Utilisation des Plantes médicinales et aromatiques	18
III.3.2. Usages divers	18
III.3.3. Utilisation des plantes en protection des végétaux	18

III.4. Métabolites primaires et secondaires	19
III.4.1. Métabolites primaires	19
III.4.2. Métabolites secondaires	19
III.5. Avantages des extraits de plantes	21
Partie II : Etude expérimentale	
Chapitre 1. Matériels et méthodes	
I. Matériel et méthode	22
I.1. Matériel biologique	22
I.1.1. Matériel fongique	22
I.1.2. Matériel végétale	23
I.1.2.1. Espèces végétales utilisées à des fins d'extraction	23
I.1.2.2. Choix d'espèces	25
I.1.2.3. Echantillonnage, Préparation et conditionnement	25
I.2. Extraction par macération froide dans l'eau à partir des espèces végétales	27
I.3. Préparation du milieu de culture	30
I.4. Test «in vitro" de l'activité antifongique des extraits aqueux contre le phytopathogène <i>Fusarium</i> sp.	31
I.4.1. Confrontation direct sur milieu de culture	31
I.4.2. Evaluation de taux d'inhibition de la croissance mycélienne de <i>Fusarium</i> sp.	33
I.5. Analyse statistique des donnés	33
Chapitre II : Résultats et discussions	

II .1. Etude du pouvoir antifongique des extraits végétaux <i>in-vitro</i>	34
Discussion	38
Conclusion	46
Références bibliographiques	48
Annexes	
Résumé	

Introduction

Introduction

Le Sahara est un vaste écosystème, caractérisé par des conditions climatiques très rudes, peuplé par des animaux et des végétaux bien adaptés à ce contexte. (SLIMANI, 2015)

Les plantes spontanées sahariennes sont très caractéristiques par leur mode d'adaptation particulier à l'environnement désertique très contraignant à leur survie. Certaines espèces possèdent des propriétés pharmacologiques qui leur confèrent un intérêt médicinal. (SANIA et HAMDANE, 2018)

Ces plantes sont également utilisées pour leur propriété antibactérienne et antifongique. Cependant, en tant que sources de médicaments, les plantes restent encore sous exploitées surtout dans le domaine de la microbiologie médicale. Il est certain que la plupart des antibiotiques prescrits dérivent des microorganismes (MOHAMMEDI, 2013).

En agriculture, les maladies fongiques sont l'une des contraintes les plus importantes pour la production des cultures maraîchères. Les champignons phytopathogènes sont des espèces de champignons parasites qui provoquent des maladies cryptogamiques chez les plantes. Ces champignons appartiennent aux différents groupes du règne des Eumycètes ou «champignons vrais»: Ascomycètes, Basidiomycètes, Chytridiomycètes, Zygomycètes et Deutéromycètes (champignons imparfaits) (DEACON, 2005). Ils sont capables d'infecter n'importe quel tissu à n'importe quel stade de croissance de la plante, en suivant un cycle biologique complexe qui peut comporter des stades de reproduction sexuée ou asexuée (GARRIDO et al. 2012).

Les espèces de *Fusarium* sont bien connues pour être des contaminants communs et des pathogènes des plantes, elles peuvent aussi causer diverses infections chez l'homme. Elles sont surtout reconnues en tant que productrices de puissantes mycotoxines. (GOOGLE, 2021a).

Toutes ces caractéristiques rendent la gestion de la maladie complexe et le champignon est difficile à éradiquer une fois qu'il est présent sur un site, d'autant plus que les traitements phytosanitaires donnent des résultats limités. Certaines plantes infectées finissent toujours à mourir. (GOOGLE, 2021b).

Introduction

Depuis quelques années, la protection biologique connaît un regain d'intérêt, alimenté par le souci croissant d'une meilleure protection de l'environnement, et par le désir de qualité des produits imposée par les consommateurs. L'utilisation d'agents de lutte biologique est devenue une réalité en agriculture en particulier pour le contrôle des ravageurs invertébrés, avec l'emploi d'insectes prédateurs, de parasitoïdes, de microorganismes antagonistes, d'extraits de plantes, ...etc. (AJOUZ, 2009)

Ce travail vise à étudier et à expérimenter l'activité anti-*Fusarium* des extraits de huit plantes spontanées du Sahara septentrional, *Peganumharmala*, *Artemesia herba-alba*, *Euphorbiaretusa*, *Colocynthis vulgaris*, *Pituranthos chloranthus*, *Oudneya africana*, *Pulicariacrispa*, *Ononisangustissima*, appartenant respectivement aux familles des Zygophyllacées. Asteraceae, Euphorbiacées, Cucurbitacées, Apiaceae, Brassicacées, Asteraceae, Fabaceae. Elles sont parmi les familles de plantes les plus utilisées comme extraits à qualité médicale intéressante.

Le choix de ces plantes s'est fondé sur les faits qu'elles sont parmi les plus populaires plantes aromatiques d'utilisation fréquente par nos populations dans le domaine de la médecine traditionnelle.

Notre travail a été divisé en deux parties : une partie relative à l'étude bibliographique qui se compose en trois chapitres : le premier chapitre sur les plantes spontanées, le deuxième sur le *Fusarium* sp et ses caractéristiques, ainsi que quelques données sur la lutte biologique d'une façon générale et un troisième sur l'utilisation des plantes en protection des végétaux

Une autre partie est réservée à l'étude expérimentale subdivisée en deux chapitres : l'un présente les méthodes et les techniques utilisées pour la réalisation de ce travail et l'autre consacré à la présentation des résultats obtenus et la discussion.

Enfin, une conclusion étoffée de recommandations vient dénouer notre travail.

Partie I.

Synthèse bibliographique

Chapitre I.

*Généralités sur les principales
caractéristiques des zones sahariennes
et les plantes spontanées*

I. Caractéristiques physiques de la zone d'étude

I.1. Le Sahara

Le Sahara est le plus grand des déserts, mais également le plus expressif et typique par son extrême aridité, c'est-à-dire celui dans lequel les conditions désertiques atteignent leur plus grande âpreté (TOUTAIN, 1979, OZENDA, 1991).

Le Sahara s'étend à travers le tiers septentrional du continent africain de l'atlantique à la mer rouge, sur une surface totale de 8 millions de km² (LE HOUEROU, 1969). C'est là où les conditions climatiques atteignent leur plus grande sévérité, et ces limites se situent en deçà des isohyètes 100 à 150 mm (DUBIEF, 1959 et TOUTAIN, 1979).

Le Sahara septentrional, avec 1 million de km², est soumise à l'extrême rigueur du climat méditerranéen, où les pluies surviennent presque toujours en hiver.

Il se présente comme une zone de transition entre les steppes méditerranéennes nord africaines et le Sahara central. (CHEHMA, 2006).

I.2. Le climat

Les caractères du climat saharien sont dus tout d'abord à la situation en latitude, au niveau du tropique, ce qui entraîne de fortes températures, et au régime des vents qui se traduit par des courants chauds et secs (OZENDA, 1991 ; CHEHMA, 2008) .

Le climat saharien est caractérisé notamment par la faiblesse et l'irrégularité des précipitations, une luminosité intense, une forte évaporation et de grands écarts de température. (CHEHMA, 2008) .

I.3. La géologie

La structure géologique du Sahara est un vaste bouclier continental relativement stable qui a persisté durant l'ensemble des époques géologiques. Après avoir subi dans le temps anti-primaire et primaire deux plissements effacés, il a reçu divers dépôts primaires, surtout gréseux, qui ont été ensuite exondés. Pour n'être recouverts à nouveau que par la mer crétacée qui a laissé de très importants dépôts calcaires. A partir du tertiaire, se sont accumulés surtout des sédiments continentaux. Enfin, au quaternaire, Ils ont donné naissance à des éruptions, surtout dans la région des massifs centraux. En remontant vers le nord, on trouve ensuite les grandes Hamadas crétacées, formant notamment le Tadmait et la Hamada du M'Zab. Puis des dépôts récents qui dominent dans le sud constantinois (OZENDA, 1983, SLIMANI Nouredine ,2015) .

I.4. La géomorphologie

LELUBRE (1952) admet que, s'il y est une région du globe, où les formes de relief sont particulièrement nettes et visibles, c'est bien le Sahara et si les processus morphogénétiques (vent, eau...etc.) à l'œuvre dans ce milieu sont caractéristiques, rien n'est étonnant à ce que les formes qui en résultent le soient aussi.

Les principales familles de paysage saharien sont :

I.4.1. Les Hamada

Ce sont des plateaux rocheux à topographie très monotone, souvent plate à perte de vue (MONOD, 1992 ; CHEHMA, 2005 ; CHEHMA, 2008).

I.4.2. Les Reg

Ce sont des plaines de graviers et de fragments rocheux. Au Sahara, ils occupent des surfaces démesurées (MONOD, 1992 in CHEHMA, 2008).

I.4.3. Les accumulations sableuses

Le sable est un élément essentiel du paysage saharien. Cependant, les dunes sont loin de recouvrir la totalité du Sahara, mais se localisent généralement dans de vastes régions ensablées appelées les ergs (LELUBRE, 1952, CHEHMA, 2005).

D'après GARDI (1973), les dunes peuvent avoir des formes différentes en fonction de la direction dominante du vent.

I.4.4. Les dépressions

I.4.4.1) - Les daya

Ce sont des petites dépressions circulaires, résultant de la dissolution locale des dalles calcaires ou siliceuses qui constituent les Hamadas (OZENDA, 1991, CHEHMA, 2005).

I.4.4.2. Les Sebka et les Chott

Lorsque les eaux s'évaporent sous l'effet de la chaleur, des plaques de sels divers se déposent en surface formant suivant l'origine de leurs eaux (phréatiques ou superficielles) les chotts et les sebkhas (MONOD, 1992, CHEHMA, 2008).

I.4.4.3. Les lits d'Oued

Le lit d'Oued est l'espace qui peut être occupé par des eaux d'un cours d'eau. Ces matériaux peuvent avoir comme origine soit des roches en place, soit des matériaux transportés par le cours (DERRUAU 1967, CHEHMA, 2008).

II. Plantes spontanées

II.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 est apparue, a fleuri, puis produit ses graines qui attendront une prochaine averse, peut être pendant des années (OZENDA, 1977 ; BENCHELAH et *al.*, 2011).

II.2. Composition et origines de la flore saharienne

La flore saharienne apparaît comme très pauvre si l'on compare le petit nombre des espèces qui habitent ce désert à l'énormité de la surface qu'il couvre. L'étude de cette flore présente pourtant un intérêt considérable. Très varié dans sa composition systématique, ou sont représenté presque autant de familles que dans la flore européenne, elle réunit entre autre des éléments géographiques de provenance très différente qui posent ainsi des problèmes biogéographiques de premier ordre (OZENDA 1977, OZENDA 1983).

II.3. Composition systématique

La flore saharienne, assez pauvre en nombre par rapport à la surface, 1200 espèces environ. Cette dernière est considérée comme extrêmement intéressante du fait de sa variété (BENCHELAH ET *al.* 2011). Dans la nouvelle flore de l'Algérie et de régions désertiques méridionales, 289 espèces sont assez rares, 647 rares, 640 très rares, 35 rarissimes et 168 endémiques (ZERAIA, 1983 in BLAMA et MAMINE, 2013). La flore du Sahara septentrional, est relativement homogène, l'influence des conditions climatiques font d'elle l'une des régions les plus riches du Sahara (QUEZEL, 1978). En effet, 162 espèces endémiques sont recensées dans le Sahara septentrional (OZENDA, 1958). Les espèces endémiques signalées appartenant à quatorze familles végétales.

Tableau 01 : Espèces végétales endémiques de la flore saharienne (QUEZEL, 1978)

Familles	Genres	Espèces	Espèces endémiques
Aizoacée	11	11	-
Asclépiadacée	11	23	04
Borraginacée	17	34	04
Caryophyllacée	22	73	13
Chénopodiacée	23	64	-
Composée	80	164	13
Crucifère	44	73	12
Graminée	74	204	19
Labiacée	16	36	07
Légumineuse	30	156	22
Liliacée	07	08	02
Ombellifère	18	35	13
Scrofulariacée	-	49	04
Zygophyllacée	07	27	09

II.4. 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.

II.4.1. Végétaux temporaires ou annuelles

Plantes annuelles ou éphémères, appelées encore "achebs", n'apparaissant qu'après la période des pluies et effectuant tout leur cycle végétatif avant que le sol ne soit desséché. La longueur de ce cycle est très variable d'une espèce à une autre et dure généralement d'un à quatre mois (OZENDA, 1991 ; CHEHMA 2006).

II.4.2. 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 ; 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).

II.5.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 ; BELAGOUNE, 2012). Parmi les plantes spontanées fixatrices des dunes, *Rétamasp*, *Aristidapungens*, *Gemnosporiasenegalensis*, *Caligonumcomosum* et *Cutandiadichotoma* (HADDAD, 2011).

II.6. Principales plantes du Sahara septentrional

Malgré les conditions très rudes de l'environnement saharien à la survie et à la prolifération d'une flore spontanée caractéristique, Il existe toujours des zones géomorphologiques offrant des conditions plus ou moins favorables (CHEHMA, 2005).

Selon QUEZEL (1965), le Sahara septentrional est considéré parmi les zones floristiques les plus riches au Sahara, elles constituent plus de 70% de la flore saharienne.

La majorité des plantes du Sahara septentrional est caractérisée par une bonne adaptation écologique, avec une faible densité qui est parfois nulle dans certaines formations géomorphologiques, à cause de différents facteurs climatiques difficiles (OULED BELKHIR, 2008).

Les principaux végétaux du Sahara septentrional sont résumés dans les tableaux 1 et 2 en annexe.

Chapitre II .

*Présentation des champignons
phytopathogènes et moyens de lutte*

II.1. Généralités sur les champignons phytopathogènes

Les champignons sont des organismes eucaryotes qui ne constituent pas une entité monophylétique mais forment au contraire un groupe très hétérogène dont la caractéristique essentielle commune est la nutrition hétérotrophe par absorption, celle-ci pouvant prendre la forme du saprophytisme, du parasitisme ou de la symbiose. (NASRAOUI, 2006).

Les champignons phytopathogènes sont responsables de maladies cryptogamiques et sont responsables de près de la moitié des maladies connues à ce jour chez les plantes cultivées (LEPOIVRE, 2003), qui en présentent des structures et des caractéristiques biologiques extrêmement diversifiées. (KIRK *et al.* 2001). L'ensemble de ces microorganismes provoquent des maladies sur diverses cultures : maraîchères, céréales, plantes ornementales,...etc. (AGRIOS, 2005).

II.1.1. Généralités sur les Fusarium

Le nom Fusarium est donné à un genre de champignons imparfaits (Deutéromycètes), qui comprend plus de 100 espèces. Les formes parfaites (téléomorphes) de quelques-unes d'entre elles sont connues, et appartiennent à la classe des Ascomycètes (ordre des Hypocreales, famille des Nectriacées, genres Gibberella, Albionectria, et Haematonectria). Pour plusieurs espèces de Fusarium, le stade parfait demeure encore inconnu. Sur le plan économique, le genre Fusarium est très important parce qu'il regroupe beaucoup d'espèces phytopathogènes, susceptibles d'induire des maladies (fusarioses) chez de nombreuses plantes. Les espèces du genre Fusarium peuvent ainsi attaquer les céréales (maïs, blé, orge, avoine), les légumes, les plantes ornementales et beaucoup d'arbres fruitiers. La majorité des espèces de Fusarium sont susceptibles de produire des mycotoxines et sont ainsi impliquées dans des intoxications chez les animaux d'élevage (NELSON *et al.*, 1983). Le genre Fusarium tire son nom du latin fusus car ses spores sont en forme de fuseau. La première et véritable description du genre Fusarium a été réalisée par LINK en 1809.

II.1.1.1. Position taxonomique

Les Fusarium sont les formes asexuées de plusieurs espèces d'Ascomycètes. Leur position systématique est :

Règne : Fungi (L., 1753) R.T. Moore, 1980

Embranchement : Ascomycota

Classe : Sordariomycetes

Ordre : Hypocreales

Famille: Nectriaceae

Genre: *Fusarium*

Espèce: *Fusarium sp* (Link, 1809).

II.1.1.2. Morphologie et identification en culture

Le principal caractère morphologique des *Fusarium* est la présence de macro-conidies fusiformes et cloisonnées. Mais, les champignons du genre *Fusarium* présentent une grande diversité et variabilité en culture, leur identification et leur classification sont donc assez délicates. Il est important de préciser que la détermination d'une espèce se base sur de nombreux critères et non pas simplement sur la morphologie des macros et micro-conidies. Les principaux caractères utilisables sont :

II.1.1.2.1 Macroscopiquement

Sur plusieurs milieux, le thalle des *Fusarium* donne un mycélium plus ou moins aérien. De couleur rarement blanche ou crème, il peut être plus souvent de coloration vive: rose, rouge ou violet. Chez certaines espèces les conidiophores sont regroupés et forment des coussinets (sporodochies) sur le thalle. Les conidies peuvent former une masse d'aspect grasseux (pionnotes) sur les coussinets ou sur l'ensemble du thalle.(GOOGLE, 2021c).

II.1.1.2.2. Microscopiquement

Les espèces de *Fusarium* se différencient essentiellement sur la forme de leurs macroconidies. Ce caractère est complété par la présence ou l'absence de chlamydospores ainsi que par la présence, l'absence ou la forme des microconidies. L'étude des phialides peut s'avérer utile voire indispensable.(GOOGLE, 2021c).

- **Macroconidies** (nombre de loges, forme peu ou pas incurvée, forme de la cellule basale):

Ce sont des spores pluricellulaires fusiformes plus ou moins courbées. La cellule apicale est plus ou moins crochue et la cellule basale est pédicellée. Elles peuvent être absentes et dans ce cas on risque de confondre le genre *Fusarium* avec le genre *Acremonium*.

- **Microconidies (formes, abondance):** Les microconidies sont dispersées parmi le mycélium, elles sont de petite taille par rapport aux macroconidies et sont le plus souvent constituées d'une (parfois deux) cellule(s) de forme(s) variable(s) (fusiformes, piriformes, ellipsoïdes, ovoïdes ou).(GOOGLE, 2021c).

- **Chlamydospores (présence ou absence et disposition):**

Certaines espèces n'en produisent jamais. Les Chlamydospores peuvent être terminales, ou intercalaires, isolées ou en groupes ou en chaînes.(GOOGLE, 2021c).

II.1.1.3.Symptômes

Les lésions causées par *Fusarium* apparaissent souvent à la base de la tige, dans la gaine des feuilles que les racines déchirent lors de leur sortie. Cette infection peut ensuite s'étendre à la gaine de la feuille, une propagation qui se manifeste par la présence de longues stries brunes à la base de la tige (ANDREAS *et al.* 2008).

Le symptôme le plus fréquent est la coloration brune foncée des nœuds inférieurs. Sur les plants plus anciens, le jaunissement des nervures et du limbe des feuilles, le flétrissement du feuillage, l'infection par *Fusarium* peut générer un véritable pourridié; la base de la tige devient alors brune et pourrie, ce qui entraîne une verse et la formation d'épis argentés (Andreas *et al.*, 2008).

II.1.1.4.Cycle biologique

Le *Fusarium* responsable d'importants dégâts durant tout le cycle vital de la plante hôte est transmis essentiellement par les semences récoltées de plantes infectées, mais peut aussi provenir du sol. Le *Fusarium* est un parasite tellurique doué d'une vie saprophytique où il croît sur des débris de plantes ou survit en forme de chlamydozoospores, il est capable de survivre pendant plusieurs années dans les conditions les plus défavorables (HAWARE *et al.*, 1978 et BECKMAN, 1987).

L'infection des plantes se fait au moyen des chlamydozoospores qui restent dormantes jusqu'à la stimulation de leur germination par des substrats organiques ou des exsudats racinaires. Suite à la germination, il y a formation d'un mycélium. Si les conditions sont favorables, le thalle produit des conidies (BECKMAN et ROBERTS, 1995 et AGRIOS, 2005).

En présence d'une plante hôte, le mycélium envahit tout d'abord les racines suite à la pénétration de l'épiderme dans la zone d'élongation ou par des blessures (AGRIOS, 1988 ; BECKMAN et ROBERTS, 1995). Le tube germinatif qui s'introduit à travers l'épiderme du système racinaire envahit les vaisseaux conducteurs, dans lesquels les microconidies sont transportées de façon passive par le flux du xylème et peuvent ainsi infecter des parties aériennes. La plante présente un stress hydrique qui provient soit des vaisseaux qui se bouchent (un blocage du transport d'eau et d'éléments nutritifs) sous l'action combinée du mycélium, des microconidies et de substances mucilagineuses produites par la plante en réponse à l'attaque du champignon, soit de toxines produites par le champignon, comme

l'acide fusarique, soit de ces causes combinées (TOYODA et al., 1988 et Klein et CORRELL, 2001).

II.1.1.5. Méthodes de lutte contre *Fusarium* sp

II.1.1.5.1. Lutte culturale

C'est l'ensemble des pratiques culturales visant à défavoriser les bio-agresseurs au détriment de la plante cultivée. En pépinière, il faut semer des graines saines et éviter de cultiver de manière continue sur les mêmes pépinières et champs (SUMNER, 1995 cité par KABORE, 2014). Ainsi, la manipulation des plantes et le travail du sol seront effectués avec soin afin d'éviter des blessures aux systèmes racinaires (BLANCARD et al. 2009). Les outils utilisés pour ces interventions dans les parcelles contaminées seront bien nettoyés (formol 3%, eau de javel) avant leur emploi dans des parcelles saines. Des fumures azotées à base de nitrates, moins favorables à la fusariose que les formes ammoniacales, seront utilisées. Le chaulage atténuerait les effets de la maladie. Des rotations culturales d'au moins 3 à 4 ans contribueraient à prévenir l'apparition de la maladie. En cours de culture, lorsqu'apparaît la maladie, l'élimination des plantes avec leur système racinaire et également la bonne gestion des résidus en fin de culture (non enfouissement), limitent le phénomène et contribuent à réduire la quantité d'inoculum dans les parcelles.

II.1.1.5.2. Lutte physique

Sur *F. oxysporum* Le traitement du sol à la vapeur est totalement inefficace à lui seul pour lutter contre la maladie. En effet, MAROIS et al. (1983) cités par COUTEAUDIER et al. (1985) ont démontré que la fumigation des sols est suivie d'une recolonisation très rapide par *F. oxysporum* pathogènes hébergés dans les zones du sol non atteintes par le traitement. Le traitement du sol avec de la vapeur peut réduire les fontes de semis à de très bas niveaux. La solarisation du sol permet également d'éliminer la plupart des propagules des espèces de *Fusarium* (SUMNER, 1995 cité par KABORE, 2014).

II.1.1.5.3. Utilisation de fongicides

Aucune méthode de lutte, aucun produit ne permettent de contrôler efficacement la fusariose en cours de culture (BLANCARD et al. 2009). La lutte chimique est peu efficace voire inopérante (MOURICHON, 2003). Les quelques expériences citées de par le monde font référence sans succès aux tentatives de traitements du sol par fumigation, ou par l'utilisation de matières actives fongicides.

Les fongicides sont appliqués pour réduire les pertes de rendement et la contamination par les mycotoxines (MESTERHAZY et *al.* 2003). Il sera donc nécessaire de surveiller plusieurs paramètres tels que les conditions climatiques, surtout au stade critique de contamination, et d'assurer une application au bon stade de développement de la plante (Giraud et *al.* 2011) cités par BELLILI et SLIMANI., (2017). Mise à part l'emploi des fongicides, la résistance génétique a aussi été considérée comme la plus rentable des stratégies de gestion de la fusariose (RUCKENBAUER et *al.* 2001).

Néanmoins l'apport de thiophanate-méthyl ou de bénomyl aux pieds des plantes est parfois préconisé. L'association du 1-3-dichloropropène + chloropicrine donnerait de bons résultats à l'égard du complexe *Meloidogineincognita* + *Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici*. Cependant le coût de ces traitements effectués (souvent peu efficaces) est très élevé par rapport aux résultats obtenus (BLANCARD et *al.*, 2009).

II.2. La lutte biologique

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 et 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 de diverses manières (BABOUSMAIL., 2019).

II.2.1. Les moyens de la lutte biologique

II.2.1.1. Epannage d'extraits végétaux

De nombreuses plantes fabriquent des substances insecticides qui peuvent être pulvérisées sur les cultures après extraction.

Par exemple, au Moyen-Orient pousse une plante dont les feuilles et surtout les fruits produisent une substance insecticide (azadirachtine) qui peut être extraite et répandue sur plusieurs cultures. Elle est notamment utilisée sur des lentilles contre les sitones (Coléoptères), sur des tomates contre les aleurodes (Homoptères) et sur des céréales contre les criquets (Orthoptères) ou les chenilles (Lépidoptères). Le neem ou margousier est un arbre d'origine asiatique qui produit une substance similaire. Ses extraits sont notamment appliqués, dans de nombreux pays, contre des pucerons (Homoptères), des thrips (Thysanoptères), des mouches (Diptères) et des chenilles.

Plusieurs plantes tropicales produisent de la roténone qui peut être utilisée contre des ravageurs aussi divers que les pucerons des arbres fruitiers, les cicadelles (Homoptères) ou les doryphores (Coléoptères). Parmi les autres plantes utiles pour lutter contre les organismes phytophages, nous citerons le tabac qui produit de la nicotine utilisable contre les pucerons, plusieurs plantes comme des chrysanthèmes qui produisent des pyréthrine notamment utilisables contre divers Homoptères et Thysanoptères, et les orties qui produisent des substances activant la résistance des cultures aux pucerons.(PINTUREAU, in BABOUSMAIL., 2019).

II.2.1.2. Etablissement d'une confusion sexuelle

La confusion sexuelle est une méthode biotechnique de protection insecticide de la vigne qui vise à perturber l'activité sexuelle des ravageurs de la grappe et de réduire ainsi les populations. Cette technique, efficace contre eudémis et cochylis, entre dans le cadre de la protection intégrée. Elle permet de réduire le recours aux insecticides classiques.(GOOGLE, 2021 d).

II.2.1.3. Lutte autocide ou lutte génétique

Aux frontières de la lutte biologique: la lutte autocide (encore dénommée lutte par mâles stériles). Elle a pour principe l'introduction (en grand nombre) dans une population naturelle d'individus mâles (de la même espèce) modifiés (rendus stériles par l'application de rayonnements ionisants) mais au comportement sexuel intact. Ces mâles manipulés (les auxiliaires) seront, une fois lâchés, en compétition avec les mâles sauvages. S'ils sont (par exemple) 9 fois plus nombreux que leurs congénères « naturels », et si les femelles n'acceptent qu'un accouplement, 9 femelles sur 10 n'auront pas de descendance. Au bout de peu de générations, l'apport de mâles stériles continuant, la population cible est anéantie. Ce mode de lutte fut appliquée en grand pour la première fois (et avec un franc succès pour ce qui est du sud des Etats-Unis) à la Lucilie bouchère, Mouche vivant très dispersée, peu accessible aux traitements classiques, mais dont les asticots se développant dans les plaies du bétail - et de l'Homme - provoquent des pertes considérables. Ces dernières années, la Lucilie fut malencontreusement introduite en Libye, et une lutte autocide énergique en est venue à bout. La Cératite (ver des fruits) est actuellement combattue en Amérique centrale par ce procédé, dont l'application à la France (travaux de l'INRA d'Avignon) et à l'Afrique du Nord a été tentée, sans succès. La lutte autocide repose sur un principe très astucieux mais son emploi semble restreint à quelques très rares cas bien adaptés. . (JOURDHEUIL., *al* 1991). (GOOGLE, 2021 e).

II.2.1.4. Lutte microbiologique

Certains microorganismes pathogènes pour des ravageurs des cultures permettent d'effectuer des traitements renouvelables selon les besoins. Il peut s'agir de virus, de bactéries ou de champignons (PINTUREAU, 2009).

Ainsi, des virus provoquent des maladies à polyèdre ou des granuloses, et sont utilisés contre des Lépidoptères tels que des noctuelles, la processionnaire du pin et la piéride du chou (LACEY *et al.* 2001).

La bactérie la plus utilisée est *Bacillus thuringiensis*, surtout contre diverses chenilles. Elle agit au niveau du tube digestif de son hôte par l'intermédiaire d'une toxine qu'elle fabrique (BETZ *et al.* 2000).

Des champignons peuvent provoquer diverses maladies chez de nombreux ravageurs. Le genre *Beauveria* est utilisé contre le carpocapse des pommes, la pyrale du maïs, le doryphore ou le hanneton (Coléoptère). Le genre *Entomophthora* est notamment utilisé contre certains pucerons (MASCARIN *et al.* 2016).

D'autres microorganismes permettent de lutter contre des maladies des plantes. Ceux-ci, inoffensifs pour les végétaux, sont en effet capables d'entrer efficacement en compétition avec des microorganismes pathogènes. Leur utilisation est toutefois limitée à quelques cultures (CHAPPLE *et al.* 2000).

II.2.2. Extraits de plantes

II.2.2.1. Huiles essentielles (HE)

Une huile essentielle est un liquide concentré en substances végétales, obtenu par extraction ou distillation des molécules volatiles de la plante d'origine. On retrouve majoritairement des terpénoïdes et des molécules aromatiques. Les huiles essentielles issues de différentes plantes possèdent donc des propriétés différentes, dépendantes de la composition d'origine.

Exemple : Traitement contre les Aleurodes (mouches blanches) avec l'HE de Géranium odorant: mélanger 10 ml d'HE + 10 ml d'huile végétale + 1 % à 3 % de tensioactifs dans 15 litres d'eau (bien mélanger juste avant le traitement).(GOOGLE, 2021 f)

II.2.2.2.Extraits végétaux

Le principe de l'extraction végétale se base sur la macération d'un corps solide (feuilles pétales de fleurs...) dans un solvant aqueux. En d'autres termes, il est possible

d'utiliser de l'eau en tant que solvant selon le si les principes actifs à recueillir sont soluble dans l'eau. A L'issue de la période de macération, le mélange plante/solvant est filtré afin de ne garder que le liquide pur qui contient les principes actifs de la plante. C`est ce liquide filtré qui est appelé extrait végétal. (GOOGLE, 2021 g).

II.2.2.3. Extrait fermenté

Un extrait de plante fraîche est un extrait hydro alcoolique d'une plante.

La plante (ou partie de plante) est broyée et mise à macérer pendant minimum trois semaines dans un mélange eau / alcool biologique. Ce mélange est remué chaque jour. Ce procédé permet d'extraire le maximum de substances actives solubles dans l'eau et l'alcool. La solution ainsi obtenue est ensuite pressée, décantée puis filtrée pour obtenir l'extrait de plante. (GOOGLE,2021h).

Chapitre III.

***Utilisation et propriétés des plantes en
protection des végétaux***

III.1. Contrôle des bioagresseurs

Le contrôle des bioagresseurs par des extraits végétaux a longtemps été réalisé de manière traditionnelle et donc leur utilisation repose souvent sur des bases empiriques. La meilleure connaissance des mécanismes d'action mis en œuvre par ces produits offre des perspectives nouvelles pour la protection des cultures, en raison de leurs nombreux avantages écologiques. Plusieurs approches se distinguent actuellement : l'utilisation de formulations phytosanitaires spécifiques (biopesticides d'origine végétale), ou mixtes (association avec des pesticides organiques de synthèses). Ces deux démarches ouvrent des possibilités de développement commercial à ces substances d'origine végétale pour lutter contre les maladies des plantes (SAKHR, 2009). L'utilisation des extraits de plantes et produits naturels est très encouragée, car ces produits sont sans danger pour la santé et ne causent pas de pollution (MAMGAIN *et al.*, 2013).

III.2. Extraits aqueux des plantes

Des travaux de recherches scientifiques attestent par leurs résultats que les extraits de plantes ont des propriétés intéressantes contre les microorganismes (BONZI, 2007).

Les screenings sur les plantes pour des activités antimicrobiennes possibles commencent généralement par extraits bruts, aqueux ou d'alcools, suivis par différentes méthodes de fractionnement organiques. Le choix de la procédure d'extraction dépend de la nature de matériel source et des composés à isoler (HANSON, 2003).

Comme la plupart des composants identifiés à partir de plantes, actifs contre les microorganismes sont des composés organiques aromatiques ou saturés ; ils sont le plus souvent obtenus par extraction initiale par l'éthanol ou le méthanol (COWAN, 1999).

Des combinaisons synergiques des mélanges ont été détectées contre différents agents pathogènes, indiquant la grande efficacité des combinaisons par rapport aux traitements en monothérapie (TAHANY *et al.* 2010).

Plusieurs travaux au laboratoire menés sur différents tissus végétaux, tels que les racines, les feuilles, et les graines ont démontré que les extraits de plantes possèdent des propriétés inhibitrices contre les bactéries, les champignons et les insectes (DAVICINO *et al.*, 2007).

III.3. Domaine d'application

La plante constitue un grand potentiel pour nos sociétés. Outre le rôle alimentaire, médicinal, cosmétique, culturel et socio-économique, la plante ou les produits dérivés de plantes sont utilisés pour la conservation ou pour la protection des récoltes et des plantes (BONZI, 2007).

III.3.1. Utilisation des plantes médicinales et aromatiques

D'après, (MOKKADEM, 1999), Il existe plus de 600 espèces de plantes médicinales et aromatiques en Algérie. La région de Hoggar comprenait une flore de 300 espèces dont plus d'un quart ont un usage médicinal traditionnel.

Dans la région de Biskra, une dizaine d'espèces est présentée à intérêt médicinales (ZEGUERROU et *al.* 2013).

L'utilisation des plantes aromatiques et médicinales Constituent un des aspects de la société saharienne en Algérie. Les autochtones possèdent des connaissances incontestables sur la culture et l'utilisation de ces plantes ce qui leur permet de garder ce patrimoine socioculturel inspiré de la nature. (BLAMA et MAMINE, 2013).

Les plantes médicinales sont utilisées tant par les communautés autochtones, qui dépendent encore souvent de ces ressources pour se soigner, que par les herboristes et de nombreux autres thérapeutes en médecine alternative et complémentaire.

Elles sont également utilisées par la médecine moderne, constamment à la recherche de nouvelles molécules pour le développement de médicaments (LEGER, 2008 ; LEVEQUE et MOUNOLOU, 2008 ; ZEGUERROU *et al.* 2013).

III.3.2. Usages divers

Quelques plantes sont employées comme détersif, épiler les peaux, tanner les cuirs et fabrication du bois. L'ingéniosité des populations a tiré parti des plantes spontanées pour objet des multi usages dans leur vie quotidienne (OZENDA, 1977).

III.3.3. Utilisation des plantes en protection des végétaux

Il existe un grand nombre de plantes qui ont des propriétés pesticides. Les flores locales cultivées ou spontanées, offrent beaucoup de possibilités pour la lutte phytosanitaire. Un exemple bien connu est celui du Neem ou Margousier d'Inde *Azadirachta indica*, un arbre présent un peu partout en Afrique. Toutes Ses parties, mais surtout ses graines, contiennent une substance active (azadirachtine) que l'on peut utiliser comme insecticide, et qui est

efficace contre un grand nombre d'insectes tels que la noctuelle de la tomate *Helicoverpa armigera*, la teigne des choux (*Plutella xylostella*), la coccinelle et des cucurbitacées *Henosepilachna laterii*, les thrips et les pucerons. Les autres produits végétaux possédant des propriétés insecticides sont le pyrèthre, la roténone (extraite du Derris), le piment, l'ail, le curcuma ou le tabac dont les extraits sont surtout efficaces contre les pucerons et les thrips. (BOURAS et BENHAMZA, 2013).

III.4. Métabolites primaires et secondaires

III.4.1. Métabolites primaires

Les molécules constitutives ou permanentes. Sont directement impliqués dans les grandes voies du métabolisme basal de la cellule, c'est à dire indispensables à la survie de la cellule.

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

III.4.2. 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.

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

➤ 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).

➤ 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).

➤ 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 somniferum*, 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).

➤ Les saponines

Le nom saponine dérive du mot latin « sapo », qui signifie savon, parce que ces composés moussent une fois agités avec de l'eau. Ils se composent d'aglycones non polaires liés à un ou à plusieurs sucres. Cette combinaison d'éléments structuraux polaires et non polaires en leurs molécules explique leur comportement moussant en solution aqueuse.

Comme définition, on dirait qu'une saponine est un glycoside de stéroïde ou de triterpène. Ainsi on distingue fondamentalement, les saponines stéroïdiques et les saponines triterpéniques dérivant tous deux, biosynthétiquement de l'oxydosqualène. Ils manifestent des propriétés hémolytiques, antimicrobiennes, insecticides, molluscicides (VINCKEN et al.,

2007), anti-inflammatoires et antalgiques .Les balanines (B1, B2) isolées des écorces de tronc de *Balanites aegyptiaca* L. Delile (Zygophyllaceae) sont des exemples de saponines stéroïdiques à propriétés anti-inflammatoires et antalgiques (DONATIEN, 2009) .

III.5. Avantages des extraits de plantes

L'emploi des extraits de plantes comporte des avantages certains. Avec l'augmentation des prix des produits chimiques, les produits biodégradables provenant de plantes constituent une bonne alternative qui permet aux producteurs de pouvoir assurer la protection de leurs semences à un coût relativement faible (BOUDA et *al.* 2001).

La réduction de l'emploi des pesticides chimiques due à l'utilisation des extraits de plantes contribue énormément à la réduction de la pollution de l'environnement et cela permet également d'améliorer la santé publique des populations (BONZI, 2007).

L'emploi des extraits des plantes dans la lutte contre les champignons est prometteur compte tenu de leur efficacité et de leur innocuité sur l'environnement (WEAVER et SUBRAMANYAM,2000).

Partie II .

Etude Expérimentale

Chapitre I .

Matériels et Méthodes

Chapitre I. Matériel et méthode

Pouvoir mettre à la disposition des producteurs des produits naturels efficaces en traitement de culture constitue une grande préoccupation étant donné les coûts très élevés des produits chimiques, leur nocivité et la rareté de certains produits phytopharmaceutiques sur les marchés (BOUDA et al., 2001).

Dans ce contexte, nos travaux consistent à l'importance de quelques extraits végétaux sahariens dans la lutte contre les champignons phytopathogène *Fusarium* sp. des cultures maraîchères, nous avons pris comme objectif principal est l'évaluation « in vitro » de l'efficacité des extraits aqueux à partir de huit plantes contre Ce champignon. Au fur que nous développons la présentation des modèles biologiques, d'autre part les techniques appliquées suivie de la méthode de traitement par les extraits de plante choisies sont présentés aussi dans ce chapitre.

I.1. Matériel biologique

I.1.1. Matériel fongique

L'espèce du champignon testé est *Fusarium* sp. La souche utilisée a été isolé à partir d'un tubercule de pomme de terre infestée conservés au niveau du Laboratoire de Microbiologie, Faculté SNV de l'Université de KasdiMerbah Ouargla. Des repiquages à plusieurs reprises ont été réalisés afin de garder la viabilité de la souche, et conservée à 04 C° jusqu'à son utilisation.



Photo 01 : Champignon de *Fusarium* sp

I.1.2. Matériel végétale

I.1.2.1. Espèces végétales utilisées à des fins d'extraction

Pour l'essai des effets des extraits végétaux aqueux sur l'isolat de *Fusarium*sp.huit espèces de plantes ont été choisies. Les noms scientifiques et communs de ces espèces de plantes, la région et la date de leur récolte et leurs illustrations graphiques sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 02 : Présentation des plantes testées.

Nom scientifique	Nom Commun	Famille	Région de récolte	Date de récolte	Photographies
<i>Peganumharmala</i>	Harmel	Zygophyllacées	Ghardaïa	Avril 2021	
<i>Artemesia herba-alba</i>	Chih	Asteraceae	Qa'dahMetlili	Avril 2021	
<i>Euphorbiaretusa</i>	Jarraba	Euphorbiacées	Qa'dahMetlili	Avril 2021	

<i>Colocynthisvulgaris</i>	Hadja	Cucurbitacées	Oued Ghazalat + Route Ghardaïa Al-Mansoura	Avril 2021	
<i>Pituranthoschloranthus</i>	Guezah	Apiaceae	Qa'dah Metlili	avril 2021	
<i>Pulicaria crispa</i>	Tanetfirt	Asteraceae	Qa'dah Metlili	avril 2021	
<i>Ononisangustissima</i>	Tfiza	Fabaceae	Qa'dah Matlili	avril 2021	
<i>Oudneyaafricana</i>	Henatl'ibel	Brassicaceae	Ghardaïa	avril 2021	

I.1.2.2. Choix d'espèces

Les espèces étudiées pour l'activité antifongique de leurs extraits aqueux ont été choisies sur la base des critères suivants :

- Un groupe d'espèces (ou espèce proche) à action antifongique suggérée dans d'autres travaux et qu'elles ne soient pas testées sur notre pathogène. C'est le cas de *Peganum harmala* et *Artemisiaherba alba*.
- Un groupe d'espèces non étudiés à forte possibilité de contenir des composés antifongiques vu son utilisation comme antiseptique ou pour les dermatoses. C'est le cas de *Euphorbiaretusa* et *Colocynthis vulgaris*.
- Un groupe d'espèce abondantes dans les parcours sahariens et non connues pour leur effet antimicrobien, ce groupe fait l'objet une investigation primaire d'une recherche aléatoire sauf quelques ressemblances à des espèces étudiées auparavant tels l'auteur, toxicité, la diffusion dans l'eau.... etc. c'est le cas de *Pituranthoschloranthus*, *Pulicaria crispa*, *Ononisangustissima*, et *Oudneyaafricana*.

I.1.2.3. Echantillonnage, préparation et conditionnement

Etant donné que chaque partie d'une plante contiendrait des métabolites secondaires pouvant construire un principe actif utilisable à des fins de protection des cultures. La concentration de ces métabolites varie principalement en fonction du stade phénologique, de l'altitude, et de la période de l'année. En principe, le stade probable à forte concentration au niveau du feuillage est bien la floraison, cela est approuvé par plusieurs travaux consultés.

Les échantillons de plants (feuillage) sont récoltés à partir des oueds, parcourus par le dromadaire, de la région de Chebkat Mzab (Oued Mzab, kafeddoukhane, Oued Metliti ,Qua'datMetlili , Oued Ghezalat), durant les premiers jours du mois d'avril 2021.

La partie aérienne des plantes a été séchée à l'ombre dans un endroit sec et aéré à une température ambiante pendant une à deux semaines en fonction de l'espèce. Cette étape est nécessaire afin que les réactions d'altération ne puissent plus se reproduire et la prolifération des micro-organismes est limitée. Les échantillons de plantes séchés sont coupés à de petits morceaux et réduits en poudres à l'aide d'un mixeur électrique. Les poudres ont été conservées séparément dans des sacs en papier à une température ambiante et à l'abri de la lumière et de l'humidité jusqu'à leur utilisation.

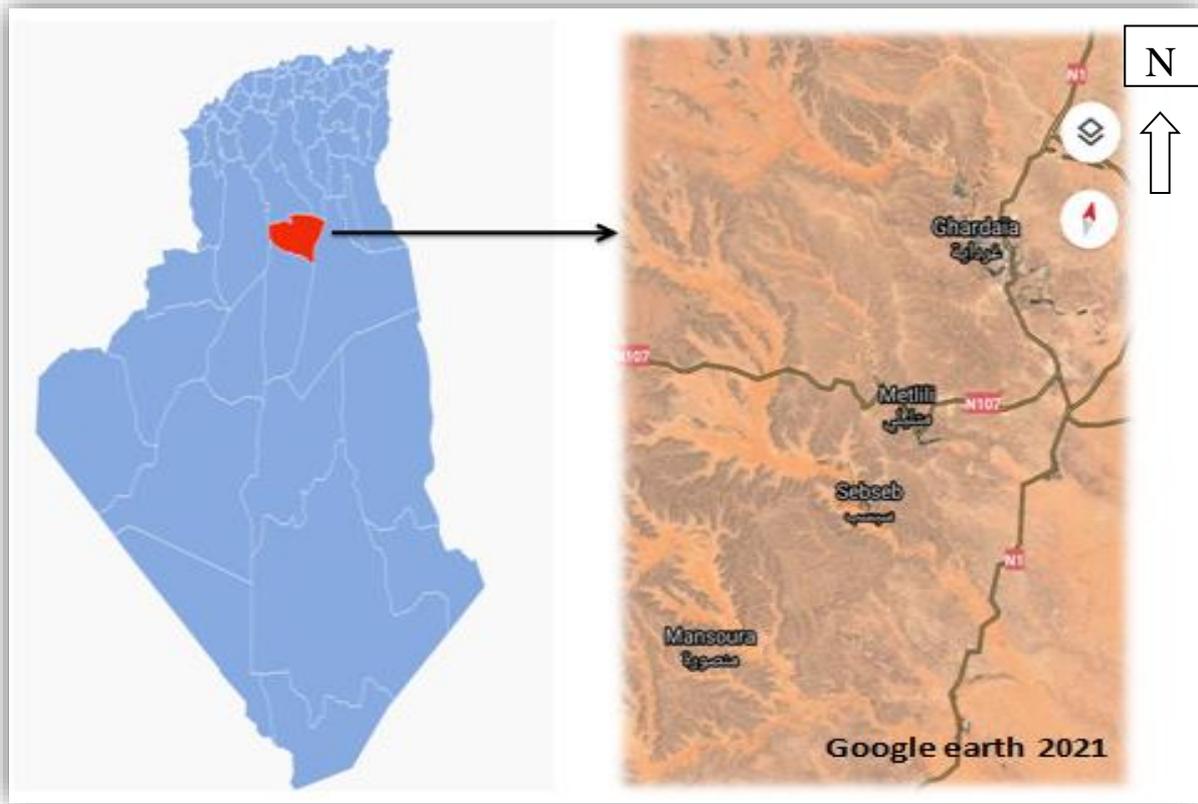


Fig 01: Situation géographique de trois régions de récolte (GOOGLE EARTH, 2021)



Photo 02:Mixeur électrique

Photo 03: Poudres des huit plantes testées

Fig 02:Broyage des plantes et obtention des poudres

I.2. Extraction par macération froide dans l'eau à partir des espèces végétales

La macération (extraction solide-liquide) est une opération qui consiste à laisser séjourner la matière végétale (broyat) dans un solvant (Eau dans notre cas) pour extraire les principes actifs (composés phénoliques et flavonoïdes).

Cette opération est réalisée en appliquant le protocole suivant :

- Peser 10 g de la matière végétale ;
- Mettre la matière végétale (10 g) dans un flacon contenant 100 ml d'eau distillée stérile. Les quantités sont changeables à condition qu'elles restent entre 10 à 20 % de la matière végétale par rapport le solvant ;
- le flacon est bien fermé et mis en agitation ;
- Laisser macérer pendant 24 h, ensuite filtrer sur un tissu mousseline ;
- Récupérer le filtrat dans un Becher ;
- Filtrer de nouveau par papier filtre (Wattman N° 1)
- passer les filtrats à la centrifuge pendant 20 min à 4000 t/min à température de 20 °C, et conserver le surnageant aseptiquement dans des tubes en verre stériles, recouvert par du papier aluminium à 4 °C jusqu'à utilisation.

Dans cette partie du travail, nous avons utilisés le matériel présenté dans le tableau suivant

Tableau 3 : Matériels utilisés pour l'extraction

Verreries	Appareils	Produits
-Entonnoir - Bécher - Éprouvette graduée	-Balance de précision	- Eau distillée
-Flacons en verre – Erlenmeyer –Boîtes de pétrie	-Bec benzène -Frigidaire	- Eau de javel
- Pipette de pasteur –Pince - Papier filtre N°	-Autoclave (180°C/20mn)	- Agar
- Papier aluminium - Coton ou morceau de linge	- Centrifuge	- Glucose
- Couteau – Passoire – Cuillère – Four pasteur	- Bain –marie	
- Casserole - Crosat –Eppendorfs - Seringue stérile	- plaque chauffante	
	- Mixeur électrique	

La méthode de la préparation des extraits aqueux est récapitulée dans les étapes suivant :



10 g de poudre de plante séchée

Macération dans 100 ml d'eau
24 h

Filtration primaire



Filtration par papier filtre Wattman N° 1



Seringue stérile +
Eppendorfs

Centrifugé à 4000t/min
pendant 20min dans 20°C

Extrait aqueux

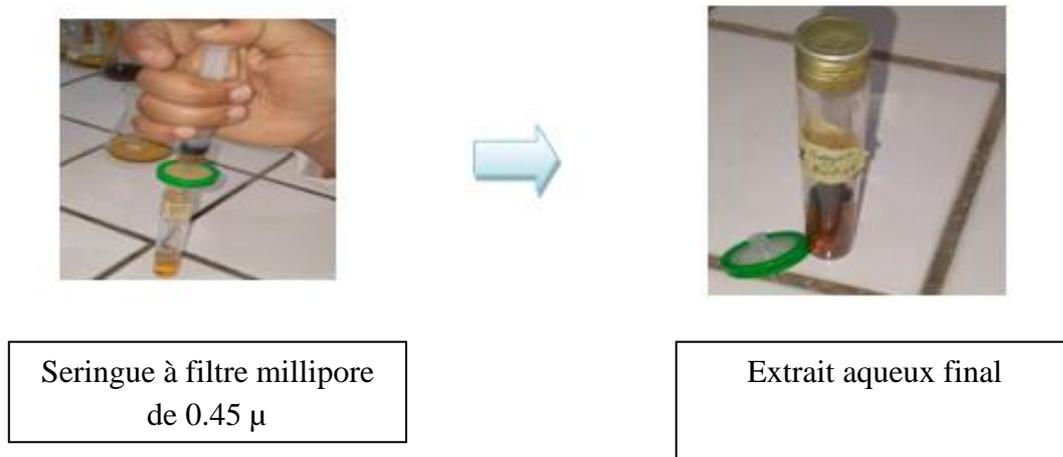


Fig 03 :Méthode d'extraction aqueuse à partir de la matière végétale.

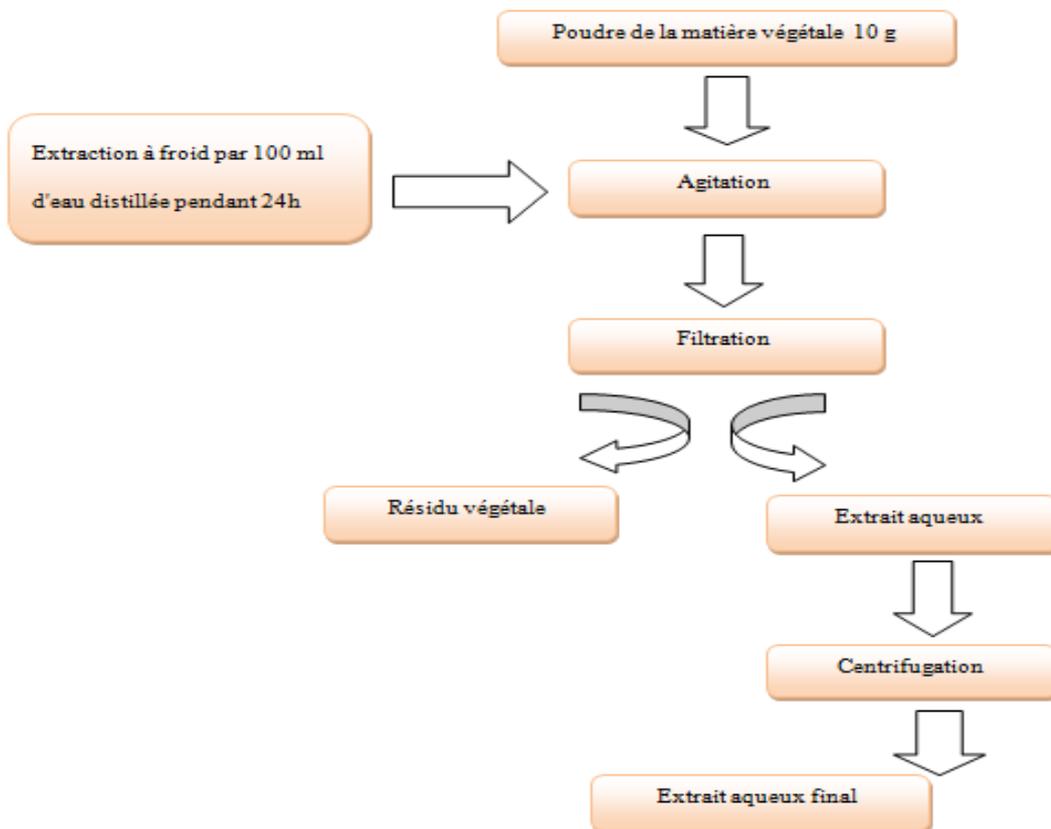


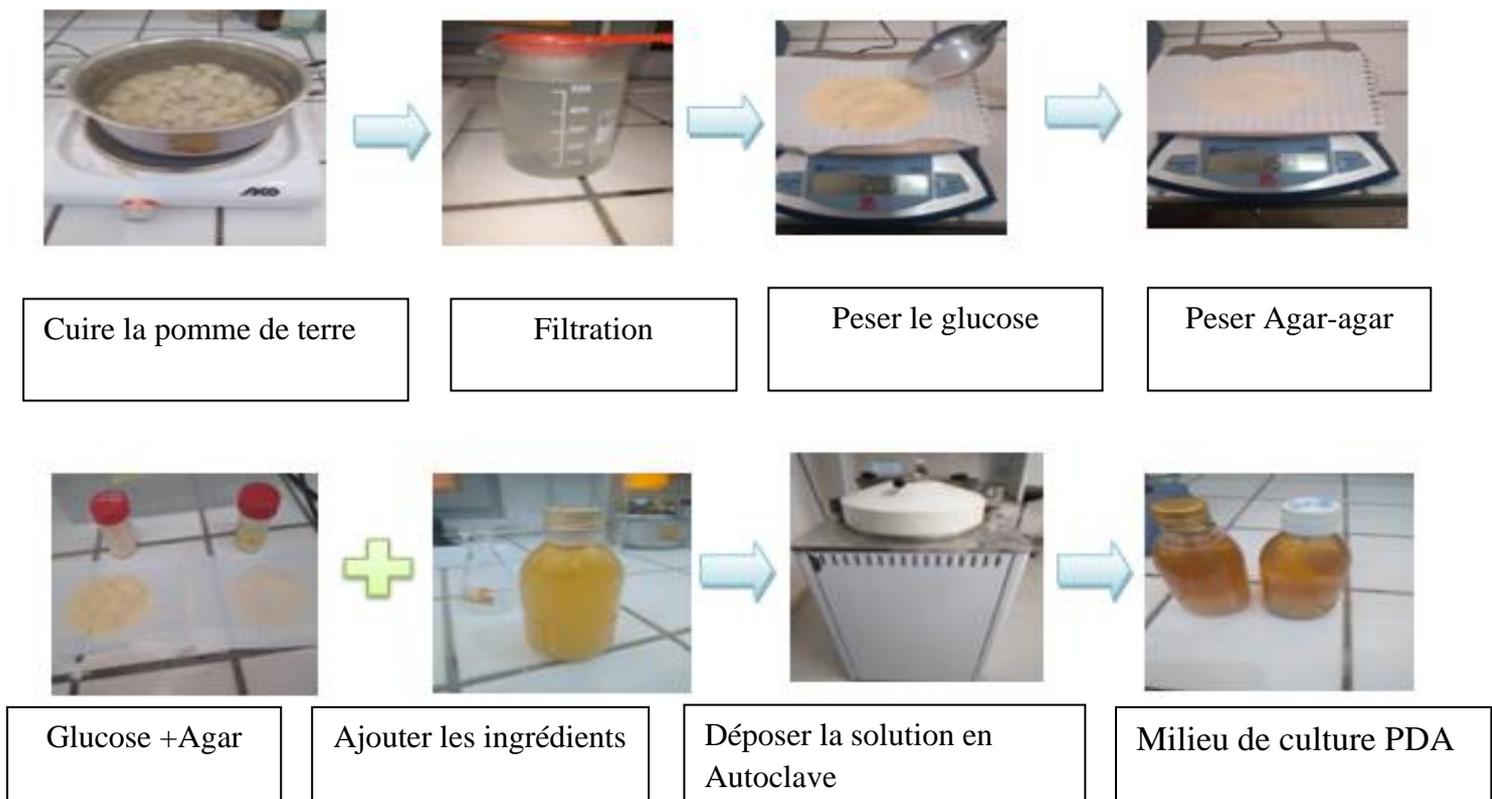
Fig 04 : Schéma de préparation d'extraction aqueuse des plantes.

I.3. Préparation du milieu de culture

Pour évaluer l'activité antifongique, on a opté pour le test de confrontation direct dans des boîtes contenant un milieu gélosé (agar disc assay). Le milieu utilisé est le PDA (Potato Dextrose Agar), qui se prépare comme suit :

- ❖ Pomme de terre.....200g
- ❖ Glucose.....20g
- ❖ Agar agar.....15g
- ❖ Eau distillé.....1000 ml

Laver, couper en morceaux les pommes de terre, les faire cuire dans 700 ml d'eau distillé, ensuite filtrer et ajouter les autres ingrédients (Glucose, Agar agar). Puis ajuster la quantité d'eau à 1000 ml par l'eau distillée. Autoclave pendant 20 min à 120°C et couler dans des boîtes de Pétri directement. Les boîtes préparées sont utilisées le lendemain du jour du coulage.



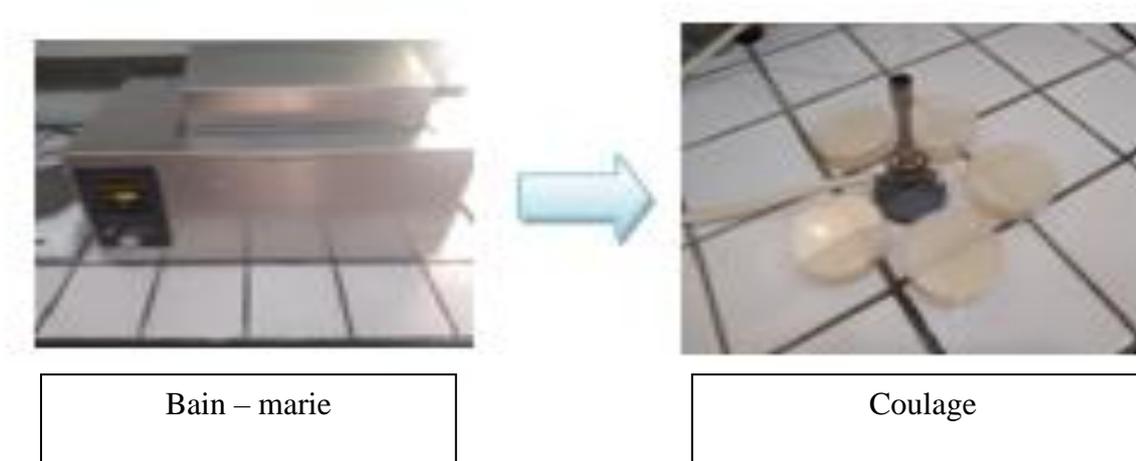


Fig. 05 : Méthode de préparation de milieu de culture PDA

I.4. Test «in vitro" de l'activité antifongique des extraits aqueux contre le phytopathogène *Fusarium sp.*

L'activité antifongique des extraits végétaux vis-à-vis de l'isolat obtenu au moyen d'un test in vitro sera d'abord évaluée.

Les manipulations sont effectuées au niveau du Laboratoire de Microbiologie ITAS de l'Université. Kasdi de Merbah et Ouargla.

I.4.1. Confrontation directe sur milieu de culture

La méthode utilisée consiste à cultiver le champignon dans un milieu de culture (PDA) contenant de l'extrait végétale. Ainsi, dix (10) ml de l'extrait brut stérilisé à l'aide d'une seringue à filtre millipore de 0.45 μ , est ajoutée à 90 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 découper 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 et réaliser dans les mêmes conditions ; chaque traitement est répété 04 fois ; Les traitements réalisés sont :

- Le témoin : milieu de PDA seul
- Le milieu PDA avec l'extrait aqueux de Harmel
- Le milieu PDA avec l'extrait aqueux de Chih
- Le milieu PDA avec l'extrait aqueux de Jarraba

- Le milieu PDA avec l'extrait aqueux d'Hadja
- Le milieu PDA avec l'extrait aqueux de Guezah
- Le milieu PDA avec l'extrait aqueux de Tanetfirt
- Le milieu PDA avec l'extrait aqueux de Tifza
- Le milieu PDA avec l'extrait aqueux de Henat l'ibel

Les boîtes ont été incubées une à température de 25°C.

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.

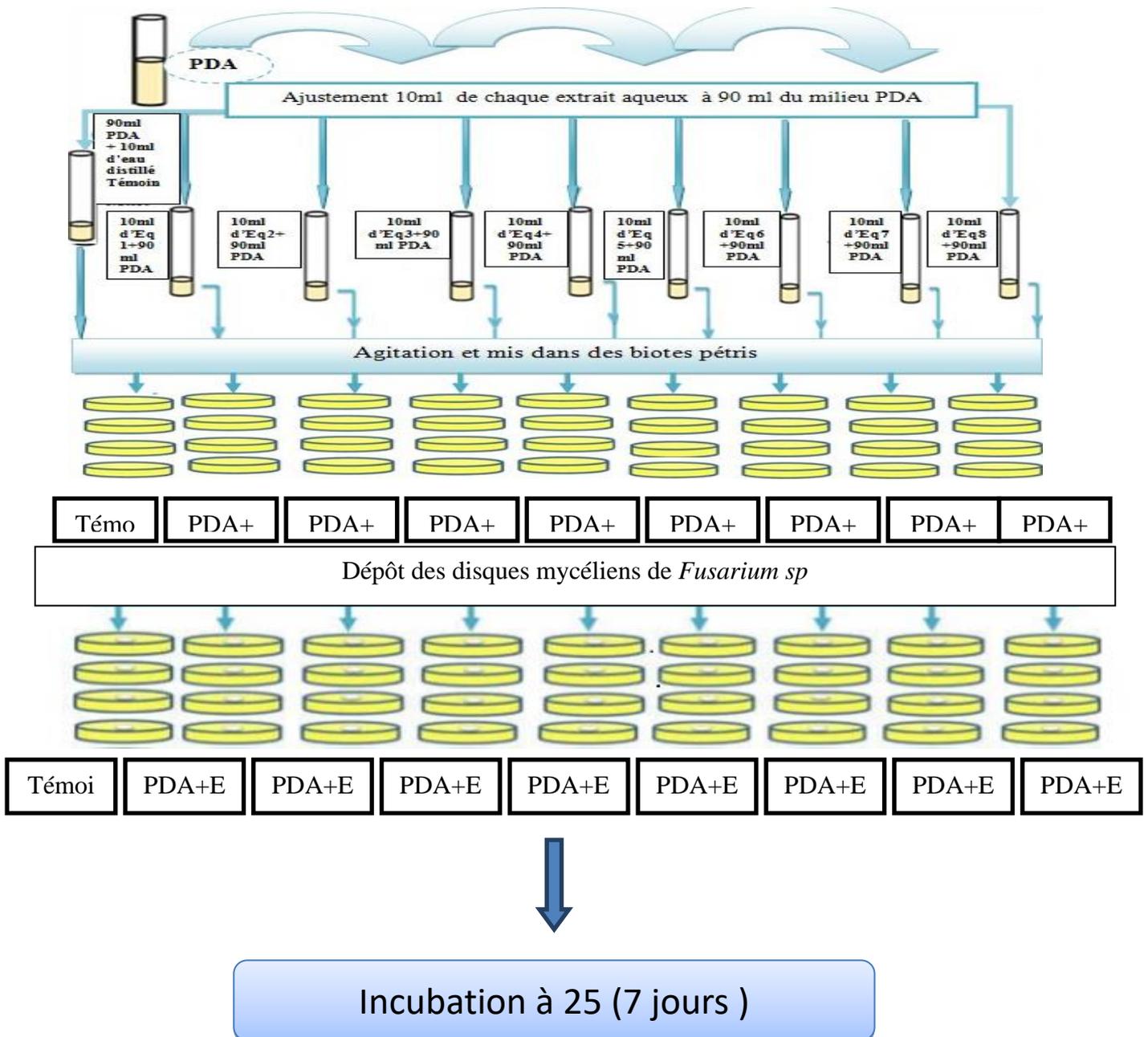


Fig. 06 : Etapes de la confrontation directe.

I.4.2. Evaluation de taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Fusarium* sp.

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

$$TI\% = (DMT-DE) / DMT * 100$$

Où :

- **TI%** : Taux d'inhibition de la croissance mycélienne des champignons testés ;
- **DMT** :Diamètre Moyen sur le milieu témoin,
- **DME** :Diamètre sur le milieu avec extrait

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.

1.5. Analyse statistique des données

L'ensemble des résultats obtenus sont traités par le logiciel Excel Stat. afin de déterminer en signification de chaque extrait sur les maladies (utilisation des ANOVA) s.

Chapitre II .

Résultats et Discussions

II .1. Etude du pouvoir antifongique des extraits végétaux *in-vitro*

Les extraits de plantes testés pour leur pouvoir antifongique à l’égard de *Fusarium sp* ont toutes donné des effets intéressants à des degrés variables (Fig.08, 09)

Après une semaine d’incubation, les diamètres de colonies de *Fusarium sp* nous a permis de calculer le pourcentage d’inhibition de la croissance mycélienne par chaque extrait (Fig 07.).

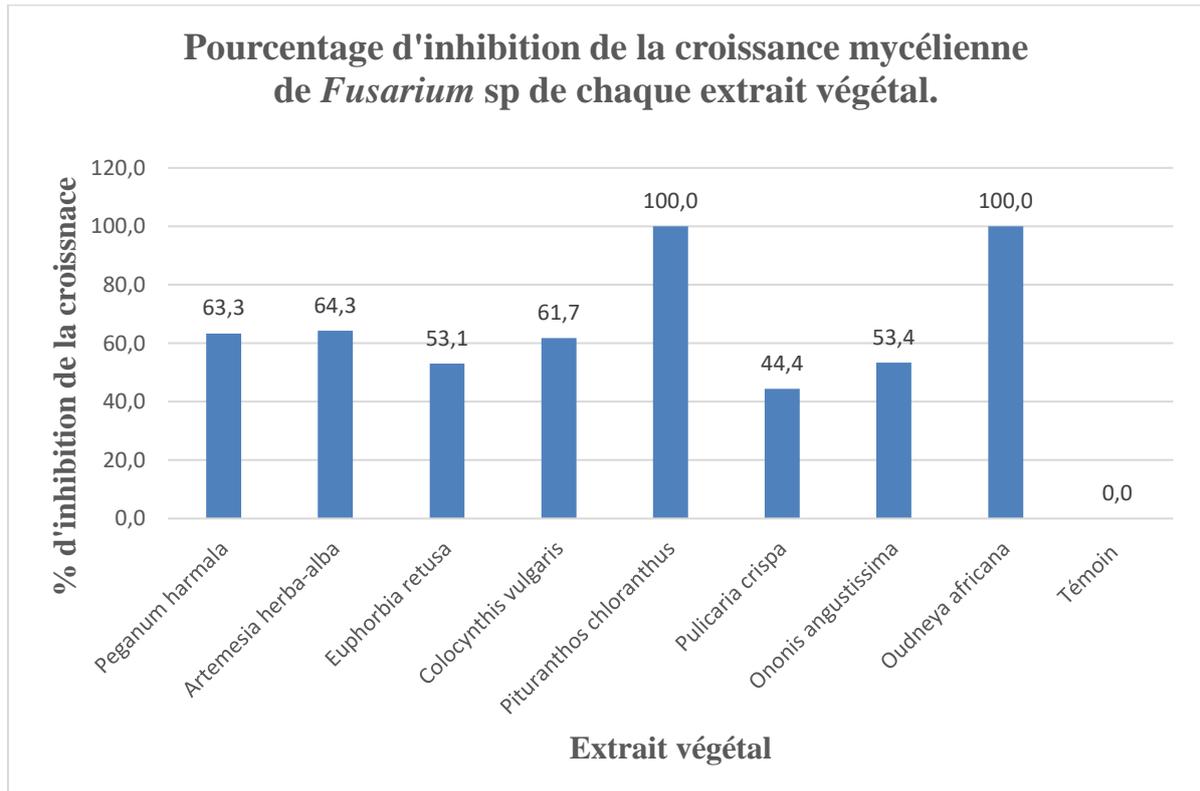
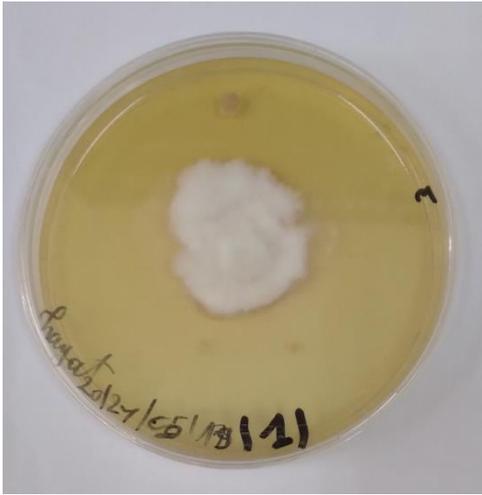
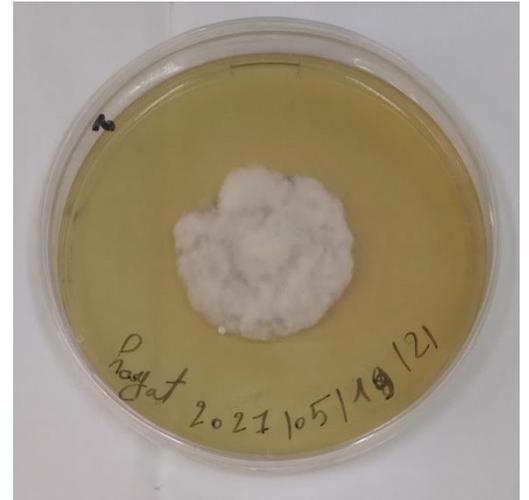


Fig. 07 : Histogramme représentant le pourcentage d’inhibition de la croissance mycélienne de *Fusarium sp* de chaque extrait végétal.



Peganum harmala



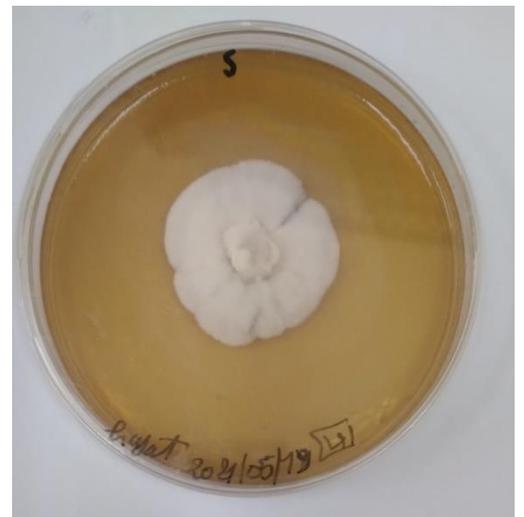
Artemisia herba-alba



Témoin (PDA)

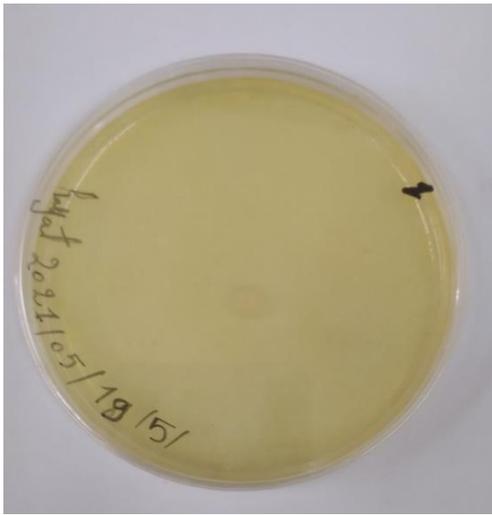


Euphorbia retusa

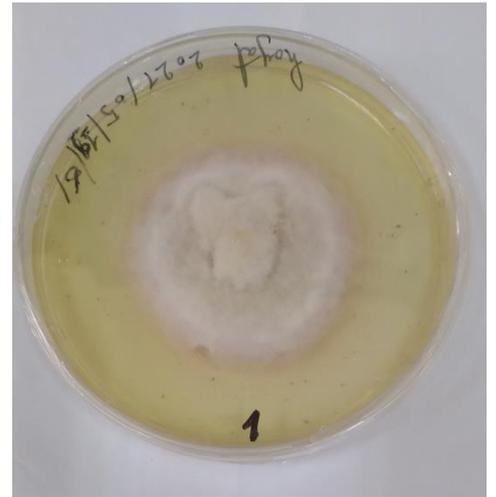


Colocyntthis vulgaris

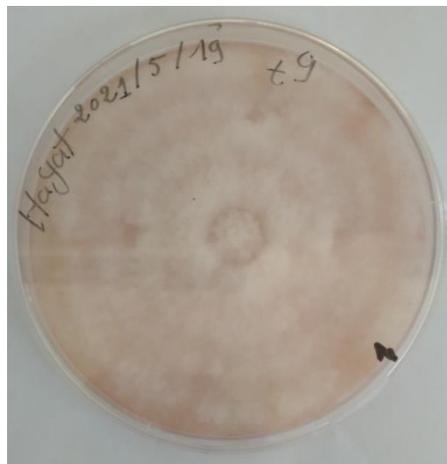
Fig.08 : Résultats des traitements des extraits végétaux sur la croissance mycélienne de *Fusarium* sp



Pituranthos chloranthus



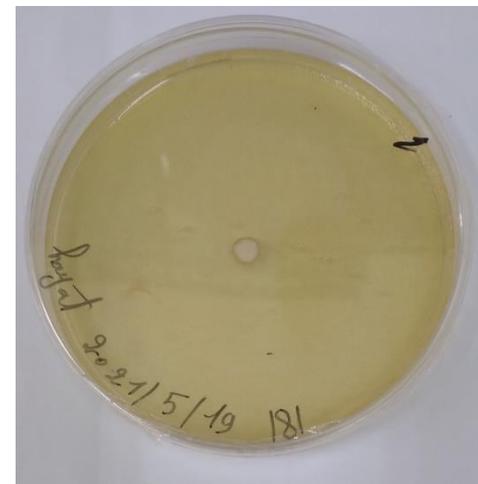
Pulicaria crispa



Témoin (PDA)



Ononis angustissima



Oudneya africana

Fig. 08 : Résultats des traitements des extraits végétaux sur la croissance mycélienne du *Fusarium* sp

L'analyse de variance du pourcentage d'inhibition de l'espèce *Fusarium* sp a montré l'existence d'une différence significative ($P < 0.0001$) entre les extraits des plantes testées.

Tableau 04 : Analyse de la variance du pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne de *Fusarium* spp par les extraits de végétaux.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Extrait végétal	8	28676,296	3584,537	157,697	< 0,0001
Erreur	27	613,724	22,731		
Total corrigé	35	29290,020			

Le test de Fisher (LSD) au seuil de 95% pour la comparaison des moyennes (tableau 05), révèle quatre sous-ensembles homogènes où la moyenne du pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne varie de 0 % à 100% :

Tableau 05 : Résultats du test de Fisher(LSD) pour le pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne de *Fusarium* sp par les extraits végétaux.

Modalité	Moyenne estimée	Groupes				
Témoin	0,000	A				
<i>Pulicaria crispa</i>	44,373		B			
<i>Euphorbia retusa</i>	53,055			C		
<i>Ononis angustissima</i>	53,376			C		
<i>Colocynthis vulgaris</i>	61,736				D	
<i>Peganum harmala</i>	63,344				D	
<i>Artemisia herba-alba</i>	64,309				D	
<i>Pituranthos chloranthus</i>	100,000					E
<i>Oudneya africana</i>	100,000					E

On distingue quatre groupes différents :

Le premier groupe comporte le traitement de *Pulicaria crispa* ayant une inhibition moyenne de 44%.

-Le deuxième groupe comprend les traitements d'*Euphorbia retusa*, *Ononis angustissima* avec des pourcentages d'inhibition de 53% qui sont considérées comme une inhibition élevée.

-Le troisième groupe comprend les traitement *Colocynthis vulgaris*, *Peganumharmala*, *Artemisia herba-alba* avec des pourcentages d'inhibition de 64% qui considérée comme une inhibition très élevée.

-Le dernier groupe comprend le traitement *Pituranthos chloranthus*, *Oudneya africana* ayant une inhibition maximale de 100 %.

Discussion :

De l'analyse, il ressort que tous les traitements testés ont montré une efficacité sur la réduction de la croissance mycélienne de *Fusarium* sp. Leurs effets diffèrent significativement en fonction des espèces végétales étudiées, et a permis de distinguer quatre groupes d'extraits :

- Le premier groupe comporte les traitements *Pulicaria crista* ayant une inhibition moyenne de 44%.
- Le deuxième groupe comprend les traitements *Euphorbia retusa*, *Ononis angustissima* avec des pourcentages d'inhibition de 53% qui considérée comme une inhibition élevée
- Le troisième groupe comprend les traitements *Colocynthis vulgaris*, *Peganum harmala*, *Artemisia herba-alba* avec des pourcentages d'inhibition de 64% qui considérée comme une inhibition plus élevée
- Le dernier groupe comprend Les traitement *Pituranthos chloranthus*, *Oudneya africana* ayant une inhibition maximale de 100 % par rapport au témoin qui a donné la valeur d'inhibition la plus faible, L'inhibition de la croissance de l'agent pathogène par les extraits serait due au fait que ces extraits posséderaient des composés organiques naturels ayant des activités antimicrobiennes reconnues comme signalés chez d'autres plantes.

Nos résultats indiquent que des extraits des végétaux ont une action inhibitrice très significative sur le champignon *Fusarium* sp.

D'autre part et pour bien étayer nos résultats, nous avons élaboré une recherche synthétique de différents travaux que nous avons pu avoir à travers différents auteurs sous forme de tableau récapitulatif (tableau 06), en vue de mieux cerner les différentes actions de l'extrait sur le pathogène.

Dans ce sens, 13 auteurs ont été mentionnés avec soit les plantes que nous avons utilisées ou le pathogène pris en considération.

De ce fait, on peut à chaque fois connaître les différentes matières actives et les résultats obtenus par différents auteurs.

Cette synthèse nous permet de faire des comparaisons parfois partielles, mais très intéressantes pour mieux comprendre les activités antifongiques.

Nous sommes intéressés à connaître certaines propriétés relatives aux compositions photochimiques de ces dernières à travers un tableau recapulatif.

Tableau 06 : Résultats synthétiques à travers différents auteurs

Plante	Auteurs (année)	Type d'extrait	Microorganismes	Substances actives	Résultats (Taux d'inhibition)
<i>Artemisia herba alba</i> et <i>Peganum harmala</i>	(HABOUCHE et GHERNOUTH, 2017)	Extraits éthanoliques	Fusariose des céréales <i>Fusarium</i> sp. et Alternariose de la pomme de terre <i>Alternaria solani</i>	Tanins, Flavonoïdes, alcaloïdes, Saponine Glycosides Cyanogéniques	<i>Peganum harmala</i> : (Taux d'inhibition proche de 70% du <i>Fusarium</i> sp. 80 Jusqu'à 100 % d' <i>Alternaria solani</i>) <i>Artemisia herb-alba</i> : (Taux d'inhibition proche de 44% <i>D'Alternaria solani</i> A la concentration 1 % après 15 jours d'incubation) (Taux d'inhibition proche de 64% Du <i>Fusarium</i> sp. A la concentration 1 % après 15 jours d'incubation).
<i>Peganum harmala</i>	(SARPELEH et al, 2009)		Bactéries Champignon Virus	Alcaloïdes	Résultats significatifs.
<i>Artemisia herba-alba</i>	(BENOUAER, 2015)	Extrait aqueux et Huile essentielle	<i>Fusarium solani</i> et <i>Alternaria arborescens</i>	Alcaloïdes Stéroïdes Tannins Flavonoïdes Saponines	Extrait aqueux (20,25 et 30%) ont des efficacités remarquables sur <i>Fusarium solani</i> surtout à la plus élevée concentration (30%), et inhibition finale qui a été remarqué chez <i>l'Alternaria arborescens</i> dans la même concentration (30%) Pour l'huile essentielle les résultats montrent que les concentrations appliquées (0.15, 0.175,0.20 et 0.250%) ont montré une efficacité contre <i>Alternaria arborescens</i> et <i>Fusarium solani</i> surtout à la haute concentration (0.250%).

<i>Peganum harmala L</i>	(BEHIDI-BENYOUNES et, al2013)	Trois extraits (éthanolique, aqueux et hexanoïque)	Bactéries	Riche en alcaloïdes.	Cette étude a montré que les trois extraits présentent un effet antibactérien contre les bactéries Gram + et certains bactéries Gram – sauf pour <i>E.coli</i> et <i>P.aeruginosa</i> .
<i>Artemisia herba-alba</i>	(KOLAI et, al 2012)	Huile essentielle	<i>Fusarium oxysporum</i> et <i>Radici lycopersici</i>		Huile essentielle a montré une efficacité remarquable sur les deux espèces avec une concentration minimale de 2%.
<i>Artemisia herba-alba</i>	(SALH et, al2019)	Extrait aqueux et huile essentielle	<i>Alternaria</i> sp. et <i>Fusarium</i> sp.	Flavonoïdes, Alcaloïdes Tanins, Saponines Stéroïdes	La concentration de 30% d'extrait aqueux inhibe la croissance d' <i>Alternaria</i> tandis qu'à 0,025 % d'huile essentielle, on a enregistré une bonne activité antifongique.
<i>Oudneya africana</i>	(LAAMARI et MOSTEFAOUI, 2016)	Extraits méthanoliques. (Techniques de séchage)	Bactéries	Alcaloïdes Tanins Flavonoïdes Stéroïdes Saponines	Détermination des substances actives Activité positive des substances
<i>Colocynthis vulgaris</i>	(RIGUET MEZROUA, 2019) et BENMEHDI (2000)	Extrait aqueux et Huile essentielle	<i>Mauginiella scaetae</i>	Alcaloïdes Stéroïdes Tanins	Extrait aqueux a enregistré un effet inhibiteur d'environ (40%-45%).

<i>Pituranthus chloranthus</i> <i>Artemisia herba-alba</i>	(AMRAOUI, 2014)	Huiles essentielles	Quatre espèces de Fusarium, <i>F. graminearum</i> <i>F. poae</i> et <i>F. langsethiae</i> <i>F. sporotrichioide</i>		Huile essentielle de l' <i>A. herba alba</i> a montré une certaine efficacité. Remarquable sur les quatre espèces, avec une concentration minimale inhibitrice de 0,25%. L'action de l'HE d' <i>A. herba alba</i> présente une forte activité antifongique. Pour les HE de <i>P. chloranthus</i> , les résultats ont été également satisfaisants.
<i>Peganum harmala</i> <i>Citrillus colocynthis</i>	(BABAOUSMAIL, 2019)	Extraits aqueux et Huiles essentielles	La cochenille blanche <i>Parlatoria blanchardi</i> et la mineuse de la tomate <i>Tuta absoluta</i>	Les Tanins Les Alcaloïdes Les Flavonoïdes et les Saponines ont été détectés chez <i>Peganum harmala</i> et <i>Citrillus colocynthis</i> . A l'exception des Terpenoïdes,	<i>Parlatoria blanchardi</i> : Les résultats ont montré un effet larvicide très intéressant, même à des concentrations les plus faibles testées, le taux de mortalité des larves dépasse les 65%. En ce qui concerne la mineuse de tomate <i>Tuta absoluta</i> aucun effet répulsif sur les adultes ni sur le comportement des femelles adultes sur la ponte des œufs. Un effet ovicide très élevé a été remarqué notamment sur les lots traités par l'extrait de <i>P. harmala</i> où le taux des œufs non-éclos a dépassé les 83% chez toutes les concentrations testées.
<i>Euphorbia retusa</i>	(LAHMADI, 2019)	Extraits méthanoliques	Domaine médicinal	Phénols Flavonoïdes	Les graines <i>d'Euphorbia retusa</i> ont une capacité antioxydante qui Pourrait être utile dans les domaines pharmacologiques et médicaux.

<i>Pulicaria crispa</i>	(HASSAN ELSHIEKH et ABDELMONIEM, 2015)	Extrait aqueux et extraits d'éthanol	Bactéries	Flavonoïde Tanin Triterpénoïdes Saponine Alcaloïde	Dans cette étude, l'activité antibactérienne maximale a été observée respectivement par l'éther de pétrole, l'acétate d'éthyle, le méthanol à 70 % et l'éthanol, tandis que l'extrait aqueux ne reflétait aucune activité contre toutes les souches bactériennes testées.
<i>Ononis angustissima</i>	(GUETAF, 2016)	Extraits aqueux	Souris	Phénols Flavonoïde Tanin Terpenoides Saponine Composées réducteurs	Détermination des substances actives

Concernant *Artemisia herba-alba*, utilisées soit avec des extraits aqueux ou éthanolique ou l'huile essentielle contre certains champignons, les résultats obtenus sont satisfaisants. Cette plante contient sur tanins, flavonoïdes, alcaloïdes, stéroïdes, la saponine glycosides Cyanogéniques, Ces substances jouent un rôle déterminant dans l'activité antifongique. Cela confirme son pouvoir antifongique

Concernant *Peganum harmala*, quatre extraits, éthanolique, aqueux, hexanoïque et les huiles essentielles contre certains champignons, bactéries ou virus, les résultats obtenus sont significatifs. Cette plante contient des tanins, flavonoïdes, alcaloïdes, saponines, glycosides et cyanogéniques, à l'exception des terpénoïdes.

Concernant *Oudneya africana* utilisée sous forme d'extraits méthanoliques contre certaines bactéries, les résultats obtenus sont satisfaisants. Cette plante présence des alcaloïdes, des tanins et des flavonoïdes, des stéroïdes et les saponines.

Concernant *Colocynthis vulgaris*, utilisée, l'extrait aqueux et l'huile essentielle contre certains champignons, les résultats obtenus sont satisfaisants. Cette plante présence des alcaloïdes et Les stéroïdes et les tanins,les Flavonoïdes et les Saponines A l'exception des Terpenoides,

Concernant *Pituranthus chloranthus* utilisées l'extrait des huiles essentielles contre certains champignons, les résultats obtenus sont significatifs.

Concernant *Euphorbia retusa* utilisées, les extraits méthanoliques antioxydants a révélé des résultats significatifs. Cette plante contient des phénols totaux et les flavonoïdes.

Concernant *Pulicaria crisper* utilisées soit avec l'extrait aqueux ou les extraits d'éthanol antibactériens, les résultats ont montré la présence de flavonoïdes, de tanins, de triterpénoïdes, de saponines et d'alcaloïdes, cela confirme son pouvoir antibactérienne.

Concernant *Ononis angustissima*, utilisée comme extrait aqueux, les résultats ont montré la présence de phénols de flavonoïdes, de tanins, de terpénoïdes et saponines.

Ce travail reste toujours incomplet. Il serait intéressant à l'avenir de reprendre ces expériences sur plusieurs travaux afin de confirmer ou d'infirmer les résultats obtenus.

Il serait souhaitable également d'augmenter le nombre de plantes, le nombre de répétitions... et le nombre de pathogènes pour enrichir ce genre d'initiatives en zones sahariennes.

Conclusion

Conclusion

La recherche de nouvelles méthodes alternatives dans la tentative d'éliminer ou de réduire l'impact des maladies causées par des agents phytopathogènes, en particulier sur les grandes cultures à intérêt agronomique, est devenu une nécessité sanitaire, car l'utilisation des produits chimiques nuit à la santé humaine et aux habitats naturels.

Dans ce contexte, nos travaux consistent à l'importance de quelque extrait végétal saharien dans la lutte contre les champignons phytopathogène *Fusarium sp.* des cultures maraîchères. Nous avons pris comme objectif principal l'évaluation « in vitro » de l'efficacité des extraits aqueux à partir de huit plantes contre ce champignon.

Les résultats in vitro ont montré que tous les traitements testés étaient efficaces sur la réduction de la croissance mycélienne de *Fusarium sp* par rapport au témoin, *Pituranthos chloranthus*, *Oudneya africana* ont donné le taux d'inhibition le plus élevé (100%), suivi d'*Artemisia herba-alba*, *Peganum harmala*, *Colocynthis vulgaris* avec un taux d'inhibition moyen de 64%, 63%, 61% successivement, puis *Colocynthis vulgaris*, *Euphorbia retusa* avec un taux d'inhibition de 53%. Finalement, *Pulicaria crispaa* présenté une inhibition moyenne de 44%.

L'ensemble de ces résultats obtenus in vitro ne constitue qu'une première étape dans la recherche des substances de source naturelle biologiquement active.

Notre étude nous paraît suffisamment intéressante pour recommander qu'elle mériterait d'être approfondie à travers des études plus détaillées et des protocoles plus appropriés.

Ce travail s'inscrit dans la protection des plantes, car il offre la possibilité de lutter contre les phytopathogènes efficacement, de diminuer les pertes quantitatives et qualitatives des cultures tout en étant naturel et économique.

Comme perspective dans la continuité de ce travail, il serait intéressant de :

- Encourager et de proposer des thèmes de recherche sur la lutte biologique à base de plantes contre ces champignons phytopathogènes.
- Pratiquer une lutte intégrée contre ces phytopathogènes.
- Vérifier l'effet antifongique de ces plantes dans des conditions in vivo de tester l'efficacité des biopesticides sur les phytopathogènes.

Enfin, il ne fait aucun doute que la nature renferme encore beaucoup de molécules susceptibles d'aider l'espèce humaine dans sa recherche de solutions acceptables pour lutter efficacement contre les organismes nuisibles. Pour qu'on puisse réussir à identifier les organismes contenant de telles molécules, il faut absolument mettre sur pied des équipes multidisciplinaires qui veilleront à la fois à préserver le patrimoine végétal contenant ces molécules, et à les développer tout en assurant que l'Homme et l'environnement en reçoivent les pleins bénéfices .

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **AGRIOS G. N., 2005-** Plant pathology. ,5ème édition. Department of Plant Pathology University of Florida; Elsevier Academic Press. 948 p.
2. **AGRIOS, G.1988-** Plant Pathology, In: Noriega Group, editor. Plant.
3. **AJOUZ S., 2009.** Estimation du potentiel de résistance de *Botrytis cinerea* à des bio fongicides. PhD. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, Avignon, France, 198p.
4. **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* Mém. MASTER., Université Kasdi Merbah Ouargla ,40 p.
5. **AMRAOUI K., BISSATI S.,2019-** *The antifungal activity of Artemisia herba-alba queues extracts and essential oil against storage fungus Alternaria spp and Fusarium spp*, Journal of Applied Biological Sciences, pp 108-109.
6. **ANDREAS, K., HARALD S., KURT.B.C., WAYNE.T.S.(2008)-**LA FUSARIOSE - maladie du blé *Fusarium* sp. and *Microdochium nivale*. BASF: The Chemical Company.67p.
7. **ANDREAS, K., HARALD S., KURT.B.C., WAYNE.T.S.2008-**La fusariose: maladie du blé *Fusarium* sp. and *Microdochium nivale*. BASF : The Chemical Company.67p.
8. **BABAOUSMAIL M., 2019 -** *Efficacité des extraits de quelques plantes spontanées issues de la région du M'Zab dans la lutte biologique contre la cochenille *Parlatoria blanchardi* du palmier dattier et la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*.*Thèse Doctorat de 3^{ème} cycle LMD, Université Kasdi Merbah – Ouargla. 116p
9. **BECKMAN, C.H., ROBERTS, E.M. (1995)-**On the nature genetic basis for resistance tolerance of fungal wilt diseases. *Advances in Botanical Research*, 21, 35-77. p
10. **BECKMAN, C.H.1987-**The Nature of Wilt Diseases of Plants. (St. Paul, MN: American Phytopathological Society Press).55p.
11. **BEHIDJ-BENYOUNES N., DAHMANE T., AKNOUCHE F., DEMMOUCHE K., 2013-** *screening phytochimique et EVALUATION de l'activité antimicrobienne des alcaloïdes des feuilles de *Peganum harmala* L. récoltées dans la région de M'sila,* pp.27-37.

12. **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.
13. **BENCHELAH A. C., BOUZIANE H., MAKHA M., OUAHES C., 2011** - *Fleurs du Sahara. Voyage ethnobotanique avec les Touaregs du Tassili*. Ed. Ibis Press. Paris. 255p.
14. **BENKHETOU A., 2010** - *Méthodes d'étude des peuplements végétaux*. Supports du cours. 3ème année. Ecologie végétale. 40p.
15. **BENMEHDI H., 2000** - *valorisation de certaines plantes médicinales à activité hypoglycémiantes comme la coloquinte*. Mémoire de magistère en chimie organique appliquée. Département de chimie faculté des sciences Université Tlemcen.
16. **BENOUAER M., 2015**, - *L'activité antifongique des extraits aqueux et des huiles essentielles d'Artemisia herba-alba sur des champignons potentiellement mycotoxigéniques du blé dur (Triticum durum var VITRON)*. Mém. MASTER, Université Kasdi Merbah Ouargla, 44P.
17. **BLAMA A ET MAMINE F., 2013** - *Etude ethnobotanique des plantes médicinales et aromatiques dans le sud algérien, le Touat et le Tidikelt*. Le 5ème Symposium International des Plantes Aromatiques et Médicinales. S.I.P.A.M. Marrakech. Maroc. 19p.
18. **BLANCARD D., LATERROT H., MARCHOUX G. ET CANDRESSE T., 2009** - *Les maladies de la tomate : identifier, connaître, maîtriser*. Edition Quae C/O INRA, Versailles, 679 p.
19. **BONZI S., 2007** - *Efficacité des extraits aqueux de quatre plantes dans la lutte contre les champignons transmis par les semences de sorgho (Sorghum bicolor (L.) Moenh) : Cas particulier de Colletotrichumgraminicola (Ces.) Wilson et Phoma sorghina (Sacc.) Boerema, Dorenbosch et Van Kesteren*. Dip. Ges. Int. Res. Nat., Université Pol Yiechinique de BOB – Dioulasso (UPB), pp 7–8.
20. **BOUDA H., TAPONDJOU L. A., FONTEM D. A., GUMEDZOE M.Y.D., 2001**. *Effect of essential oils from leaves of Ageratum conizoides, Lantana camara and Chromolaena odorata on the mortality of Stophilus zeamais (Coleoptera, Curculionidae)*. Journal of Stored Products Research, 37: 103-109.

21. **BOUDA, H., TAPONDJOU, L. A., FONTEM, D. A. Gumedzoe, M.Y.D.2001-** *Effect of essential oils from leaves of Ageratum conizoides, Lantana camara and Chromolaena odorata on the mortality of Stophilus zeamais (Coleoptera, Curculionidae).* Journal of Stored Products Research, 37, 103-109.
22. **BOURAS, A., BENHAMZA, S. 2013-** *Impact de deux extraits végétaux, le basilic Ocimum basilicum et l'ail Allium sativum, dans la lutte contre la mineuse de la tomate Tuta absoluta sur six variétés de tomate Lycopersicon esculentum sous abris plastique à l'I.T.D.A.S. de Hassi ben Abdellah-Ouargla.* Master académique. Ouargla : Université KasdiMerbah, 93p.
23. **BRUNETON. J., 1993-** *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales.* Technique et documentation Lavoisier, Paris, p.p. 915.
24. **CHAPPLE, A. C., DOWNER, R. A., & BATEMAN, R. P. (2000)-** *Theory and practice of microbial insecticide application. In Field manual of techniques in invertebrate pathology (pp. 5-37).* Springer, Dordrecht.
25. **CHEHMA A., 2005-** *Etude floristique et nutritive des parcours camelin du Sahara septentrional Algérien Cas des régions d'Ouargla et Ghardaïa* Thèse Doctorat. Université de Annaba. 178 p.
26. **CHEHMA A., 2006-** *Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien, Laboratoire de protections des écosystèmes en zones arides et semi-arides, Université KasdiMerbah-Ouargla, éd. Dar El Houda Algérie.* 146 p.
27. **CHEHMA A., 2006-** *Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional Algérien.* Ed. Dar Elhouda. Ain M'lila. 141p.
28. **CHEHMA A., 2008 -** *Phytomasse et valeur nutritive des principales plantes vivaces du sahara septentrional algérien*, Université Kasdi Merbah– Ouargla, Editor : Ed. Dar El Houda Algérie. 73 P.
29. **COUTEAUDIER Y., LETARD M., ALABOUVETTE C., LOUVET J., 1985-** *Lutte biologique contre la fusariose vasculaire de la tomate. Résultats en serre de production.* Agronomie, EDP Sciences, 5 (2), 151-156.
30. **COWAN M.M., 1999-** *Plant products as antimicrobial agents.* Clin. Microbiol. Rev., 12(4): 564-581.
31. **DAVICINO R., MATTAR MA., CASALI YA., GRACIELA S. MARGARITA E. et MICALIZZI B. 2007-** *Antifungal activity of plant extracts used in folk medicine in Argentina.* Revista Peruana de Biología. 14: 247–251.

32. **DEACON J., 2005-** Fungi as plant pathogens. Chapter 14. Ed. Blackwell Publishing. 384p.
33. **DERRUAU M., 1967-** Précis de géomorphologie. Ed : Masson, Paris. 415 p.
34. **DONATIEN, KONE. 2009-** Enquête ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes - extraction, identification d'alcaloïdes - caractérisation, quantification de polyphénols : étude de leur activité antioxydante. L'université paul verlaine de metz –upv- m (france).157p.
35. **DUBIEF J., 1959 -** *Le climat du Sahara. Ed: Inst. Rech. Saha. Alger. Mémoire h.s.TomeI.307p.*
36. **EL-BRAHIMI, RAJAE ,2014-***Caractérisation morphologique et phenologique de quelques accessions d'origanumcompactum. Master sciences et techniques. Universités Mohamed Ben Abdellah.43 p.*
37. **GARDI R., 1973-** Sahara. Ed: Kummerly et Frey, Paris, 3ème edition. pp. 49-51.
38. **GARRIDO C., FERNANDEZ ACERO FRANCISCO J., CARBU M., Gonzalez -RODRIGUEZ VICTORIA E., LINEIRO EVA et CANTORAL JESUS M., 2012-** “Molecular Microbiology Applied to the Study of Phytopathogenic Fungi”, dans Sameh Maghdeldin, Gel Electrophoresis- Advanced Techniques. pp 139-156.
39. **GHEDADBA N.,2021N**Métabolisme secondaire chez les végétaux11p.
40. **GUETTAF S., 2016-** *Recherche d'activités biologiques des plantes endémiques du sahara algérien ; genista saharae coss. & dur. et Ononis angustissima lam. (Fabaceae).* Mém. Magister, École Normale Supérieure -Kouba- Alger 115 p.
41. **HABOUCHE M .et GHERNOUTHM., - 2017 -** *Étude de l'activité antifongique de quelques extraits végétaux.* Mem. Master, Université Mohamed BOUDIAF de M'sila, 44 p.
42. **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.
43. **HANSON J.R., 2003 -** Natural products: the secondary mandabolites. Royal Sociandy of Chemistry, UK, pp 1-33.
44. **HASSAN ELSHIEKH y, ABDELMONIEM M.,2015-***Phytochemical, Antibacterial Screening and Antioxidant Activity of Pulicaria crispa Extracts the Pharma Innovation Journal 2015; 3(12): 12-15.*

45. **HAWARE, M.P., NENE, Y.L., RAJESHWARE, R.1978-** Eradication of *F. oxysporum f.sp.* Ciceristransmitted in chickpea seed. *Phytopathologie*, 68,1364-1367.
46. **JOURDHEUIL P., GRISONP., FRAVAL A.,1991-**la lutte biologique : un aperçu historique,60p.
47. **KABORE S. J., 2014-***Etude de la pathogénicité de trois principaux agents fongiques sur l'oignon (Allium cepa L.) et évaluation des effets antagonistes de cinq isolats de Trichoderma sp. Contreces agents in vitro.* Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'Agriculture, Centre Agricole Polyvalent de Matour ou (CAPM), Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 55 p.
48. **KIRK W. W., FELCHER K. J., DOUCHES D. S., COOMBS J., STEIN J. M., K. M., ET HAMMERSCHMIDT R., 2001-**Effect of host plant resistance and reduced rates and frequencies of fungicide application to control potato late blight. *Plant Disease*, 85(10), 1113-1118
49. **KLEIN, K.K., CORRELL, J.C.2001-** Vegetative compatibility group diversity. In: Summerell BA, Leslie JF, Backhouse D, Bryden WL, Burgess LW (eds) *Fusarium*. Paul E. Nelson Memorial Symposium. APS Press, St Paul, MN, 83–96.
50. **KOLAI N., SAIHAH F., BOUDIA A., 2012-** effet inhibiteur in vitro de l'huile essentielle d'*Artemesia herba alba* sur deux souches de *Fusarium oxysporum f. sp.radicis-lycopersic* *journal of arid environnement*,Algerian pp71-76.
51. **LAAMARI F., et MOSTEFAOUI C., 2016-** *Contribution à l'étude de quelques paramètres biochimiques et biologiques (antioxydante et anti bactérienne) de Oudneya africana R de la région de Ghardaïa.*Mem. Master, Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED ,92p.
52. **LACEY, L. A., FRUTOS, R., KAYA, H. K., & VAIL, P. 2001-** Insect pathogens as biological control agents: do they have a future? *Biological control*, 21(3), 230-248p.
53. **LAHMADI S., Belhamra M., Karoune S., Seif Allah Kechebar M., Bensouici C., Kashi I. MIZAB O., KSOURI R., 2019-***In vitro antioxidant capacity of Euphorbia retusa Forssk. from Algerian desert*, *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, 7 (5), P 356-366.

54. **LE HOUEROU H.N., 1969** - La végétation de la Tunisie steppique (avec référence aux végétations analogues d'Algérie, de Libye et du Maroc). Annales INA. n° 42. 5. *Tunis*. 624 p.
55. **LE LUBRE M., 1952**-Conditions structurales et formes de relief dans le Sahara. Ed : Inst. Rech. Saha., Alger, Tome VIII. pp.189 -190.
56. **LEGER A., 2008**- *Biodiversité des plantes médicinales québécoises et dispositifs de protection de la biodiversité et de l'environnement*. Mémoire. Univ. Québec. 186 p.
57. **LEPOIVER P., 2003**.-Phytopathologie. De Boek et Lancier, Bruxelles. 427 : 320.
58. **LEPOIVRE P, 2003**- Phytopathologie.1st Edition, De Boeck, Bruxelles (Belgium), pp 111-159.
59. **LESLIE. S., 2010**- Classification of Secondary Metabolites: How Plants and Humans Use Them.
60. **LEVEQUE C ET MOUNOLOU J.C., 2008**- Biodiversité, dynamique biologique et conservation. 2 -ème édition. Éd. Dunod. Paris. 259p.
61. **MAMGAIN A., ROYCHOWDHURY R., TAH J., 2013**- *Alternaria pathogenicity and its strategic controls*. *Reseach Journal of Biology*. 1: 01–09.
62. **MAROUF A., 2000** - Dictionnaire de botanique, les phanérogames. Dunod. Paris.
63. **MASCARIN, G. M., &JARONSKI, S. T. 2016**-The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32(11), 177.
64. **MESTERHÁZY, Á., BARTÓK, T., LAMPER, C. 2003**-Influence of wheat cultivar, species of *Fusarium*, and isolate aggressiveness on the efficacy of fungicides for control of *Fusarium* head blight. *Plant Disease*, 87 (9), 1107-1115.
65. **MOHAMMEDI.2013**-Etude Phytochimique et Activités Biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud-Ouest de *l'Algérie*.84p.
66. **MOKKADEM. A., 1999**-Cause de Dégradation des plantes médicinales et aromatiques d'Algérie. *Revue. Vie et Nature* n° 7 : 24 –26p.
67. **MONOD T., 1992**-Du désert. *Sécheresse*, 3(1). pp. 7-24.
68. **MOURICHON X., 2003**- Analyse du Risque Phytosanitaire (ARP) : Organisme nuisible : *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense*. CIRAD BAN-c4, 26 p.

69. **NASRAOUI B. 2006.** Les champignons parasites des plantes cultivées. Centre de publication. Universitaire, Tunisie, 456 : 41.
70. **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.*
71. **NELSON P. E., TOUSSOUN T.A., MARASAS W.F.O.1983-** Fusarium species. An illustrated manual for identification. Pennsylvania State University Press, UniversityPark, PA.
72. **OZENDA P., 1958** - La flore de Sahara septentrional et central. Ed. C.N.R.S. Paris. 486 p.
73. **OZENDA P., 1977-** Flore du Sahara. Ed. C.N.R.S. Paris. 622p.
74. **OZENDA P., 1983** -Flore du Sahara. Ed. Centre nati. rech. sci. (C.N.R.S.), Paris, 622 P.
75. **OZENDA P., 1991** - Flore de Sahara. 3eme édition mise à jour et augmentée, Ed C.N.R.S., Paris, CNRS. 662 P.
76. **PINTUREAU, B. 2009.** La lutte biologique et les trichogrammes. Application au contrôle de la pyrale du maïs (p. 261). *Editions Le Manuscrit.*
77. **QUEZEL P., 1978-**Analyse of the flora Mediterranean and Sahara Africa. Annals of the Missouri botanical, Garden : 479-535p.
78. **RIGUET S. et MEZROUA Z., 2019-** *Utilisation de quelques extraits végétaux (Colocynthis vulgaris et Rosmarinus officinalis) dans palmier dattier dans la région de Biskra.* Mém. MASTER., Université Mohamed Khider de Biskra, 42 p.
79. **RUCKENBAUER, P., BUERSTMAYR, H., LEMMENS, M .2001-**Present strategies in resistance breeding against scab (Fusarium spp.). *Euphytica* ,119, 121-127.
80. **SAKHR A., 2009-***Estimation du potentiel de résistance de Botrytis cinerea à des bio fongicides.*Thèse Doc. SCI., Université d'Avignon et des Bays de Vaucluse, 24p.
81. **SALH N., RAHMANI B., MEHANI., M., TERZI V., BENOUAAR M., AMRAOUI K., BISSATI S.,2019.** The antifungal activity of *Artemisia herba-alba* aqueuse extract and essential oil against storage fungus *Alternaria* spp and *Fusarium* spp, *Journal of Applied Biological Sciences*, pp 108-109

82. **SANIA N et HAMDANE Ch.2017-***Inventaire des plantes spontanées dans la région de Ghardaïa (Cas de Daya ben Dahoua et Noumirat)*. Mémoire Master, Université79.P
83. **SARPELEH. A., SHARIFI. K. ET SONBOLKAR. A., 2009-** Evidence of antifungal activity of wild rue (*Peganum harmala L.*) on phytopathogenic fungi, 116, 5, p.p. 208-213.
84. **SLIMANI N., 2015-***Impact du comportement alimentaire du dromadaire sur la préservation des parcours du Sahara septentrional algérien. Cas de la région d'Ouargla et Ghardaïa*THESE. Université Ouargla.109. P.
85. **SPIGA N., 2016-** Effet in vitro de l'extrait méthanolique des feuilles et des tiges de *Ruta chalepensis*, *Ruta angustifolia* et *Applophyllum tuberculatum* vis-à-vis de *Fusarium oxysporum* f. sp. *Radicis lycopersici*, *Alternaria solani*, *Botrytis cinerea* et *pectobacterium cacarotovororum*. Mém. Mas. Agr., Univ. Abdelhamid Ibn BadisMostaganem, 27-28-79p.
86. **TAHANY M., HEGAZY A., SAYED A.M., KABIEL H., EL-ALFY T. et ELKOMY S., 2010-**Study on combined antimicrobial activity of some biologically active constituents from wild *Moringa peregrina* Forssk. J. YeastFungalRes., 1 : 15- 24.
87. **TOUTAIN G., 1979 -** Eléments d'agronomie saharienne, de la recherche au développement. Ed : I.N.R.A., Paris. 276 p.
88. **TOYODA, H., HASHIMOTO, H., UTSUMI, R., KOBAYASHI, H., OUCHI, S. (1988)-**Detoxification of fusaric acid by a fusaric acid-resistant mutant of *Pseudomonas solanacearum* and its application to biological control of *Fusarium* wilt of tomato. *Phytopathology*, 78,1307–1311.
89. **TYLER. V.E., BRADY. L.R. ET ROBBERS. J.E., 1881-**Pharmacognosy. Lea &Fibiger, Philadelphia, p.p. 520.
90. **VINCKEN, J.P., HENG, L., DE GROOT, A., GRUPPEN, H. (2007)-**Review Saponins, classification and occurrence in the plant kingdom. *Phytochemistry* ,68, 275–297 p.
91. **WEAVER, D.K., SUBRAMANYAM B.,2000-** Botanical. In: *Alternance to pesticide in stored product*, Subramanyam B., Hang strum D. W. (Editors), I.P.M.KiuwerAcademiePublischer, Massachusetts, USA. 303-320 p.
92. **ZEGUERROU R., GUESMIA H ET LAHMADI S., 2013-** Recueil des plantes médicinales dans la région des Ziban. C.R.S.T.R.A. 110p.

GOOGLE, 2021a-<https://www.agrireseau.net/horticulture-pepiniere/documents/97191/pepinieres-ornementales-fiche-technique-tache-septorientenne2019>

GOOGLE, 2021b-<https://www.inspq.gc.ca/moisissures/fiches/fusarium-spp2019>

GOOGLE,2021c-
https://www.univbrest.fr/esiabscientifique/Mycologie/Principaux_groupes/Les+Fusarium

GOOGLE,2021d-
https://www.agro.basf.fr/fr/cultures/vigne/protection_insecticide_par_confusion_sexuelle/l_a_methode/2019

GOOGLE, 2021e-<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01207929/file/C15Fraval.pdf>

GOOGLE, 2021f-<https://www.rts.ch/la-lere/programmes/monsieur-jardinier/7160242.html/BINARY/D%C3%A9finition%20des%20diff%C3%A9rents%20extraits%20des%20plantes%20Par%20Paolo%Fornanara.pdf>

GOOGLE, 2021g-<https://www.laboratoires-roig.com/content/24-extraits-bio-extraits-vegetaux-bio-centella2017>

GOOGLE, 2021h-<https://www.ladrome.bio/histoire-de-plante/zoom-extraits-plantes-fraiches/#:~:text=Un%20extrait%20de%20plante%20fra%C3%AEche%20est%20un%20extrait%20hydro%2Dalcoolique,orale%20pour%20le%20bien%2D%C3%>

Annexes

Tableau 01 : les principales plantes permanentes du Sahara septentrional (OULED BELKHIR, 2008).

Famille	Nom scientifique	Nom arabe
AMARANTACEAE	<i>Anabasis articulata</i> <i>Cornulacamonacantha</i> <i>Haloxylonscoparium</i> <i>Traganumnudatum</i> <i>Atriplex halimus</i> <i>Arthrophytumschmithianum</i> <i>Suaeda mollis</i>	العجرم الحاد الرمث الضمران القطف البافل السويدة
ANACARDIACEAE	<i>Pistaciaatlantica</i>	البطم
ASTERACEAE	<i>Anvillearadiata</i> <i>Artemisia campestris</i> <i>Artemisia herba alba</i> <i>Atractylisserratulloides</i> <i>Rhanteriumadpressum</i>	النقد الإلة الشيح صر العرفج
BORAGINACEAE	<i>Moltkiopsisciliata</i> <i>Trichodesmaafricanum</i>	الحلمة
BRASSICACEAE	<i>Farsetiaramosissima</i> <i>Moricandia arvensis</i> <i>Oudneya africana</i> <i>Zillaspinosa</i>	شلياط الكرمب حنة الإبل الشبرق
CARYOPHYLLACEAE	<i>Gymnocorpsdecander</i>	الحفنة
FABACEAE	<i>Genista Saharae</i> <i>Psoraleaplicata</i> <i>Retama retam</i> <i>Crotalaria saharae</i>	المرخ لدنة رتم
POACEAE	<i>Cynodondactylon</i> <i>Panicum turgidum</i> <i>Stipagrostisciliata</i> <i>Stipagrostispungens</i> <i>Stipagrostisacutflora</i>	نجم م ركبة لحية لروى درين صفار
POLYGONACEAE	<i>Calligonumcomosum</i> <i>Emex spinosa</i> <i>Calligonumazel</i> <i>Rumex simpliciflorus</i>	ارطة حميض الأزال
RHAMNACEAE	<i>Zizyphus lotus</i> <i>Zizyphus mauritiana</i>	السدرة
TAMARICACEAE	<i>Tamarix aphylla</i> <i>Tamarix articulata</i> <i>Tamarix africana</i>	الأثل الطرفة
ZYGOPHYLLACEAE	<i>Fagoniaglutinosa</i> <i>Peganum harmala</i>	الحرمل الشريك
Euphorbiacées	<i>Euphorbia retusa</i>	جرايه

Cucurbitacées	<i>Colocnthis vulgaris</i>	الحجة
Apiaceae	<i>Pituranthos chloranthus</i>	القرح

Tableau 02 : principales plantes éphémères du Sahara seprional (OULED BELKHIR, 200)

Famille	Nom scientifique	Nom vernaculaire
APIACEAE	<i>Leucotricus Ammodaucus</i> <i>Ferulavesceritensis</i>	ام دريقة الكلخة
ASTERACEAE	<i>Matricariapubiscens</i> <i>Echinopsspinosus</i> <i>Iflogaspicata</i> <i>Launeamucronata</i> <i>Launea nudicaulis</i> <i>Filagospatulata</i> <i>Taraxacum laevegatum</i> <i>Launeariesiedifoli</i> <i>Launeassspeurese</i>	القرطوفة زوادة الخروف الرقيم ام فبيرة
BORAGINACEAE	<i>Echumtrigorrhizum</i>	الوشام
BRASSICACEAE	<i>Diplotaxisharra</i> <i>Malcomiaaegyptiaca</i> <i>Morettiacanescens</i> <i>Savignialongistyla</i> <i>Erysimun officinalis</i>	الحارة الحمى الحبالية القوقلان الهرفي
CISTACEAE	<i>Helianthemumlipii</i>	الرقيق
FABACEAE	<i>Neuradaprocumbens</i>	السعدان
GERANIACEAE	<i>Erodium glaucophyllum</i> <i>Erodium triangulare</i> <i>Monsoniaheliotropioides</i>	المرقاد رقام
LAMIACEAE	<i>Lavandula corona fifolia</i>	
MALVACEAE	<i>Malva aegyptiaca</i>	خبيزة
LILIACEAE	<i>Asphodelustenuifolius</i>	طازيا

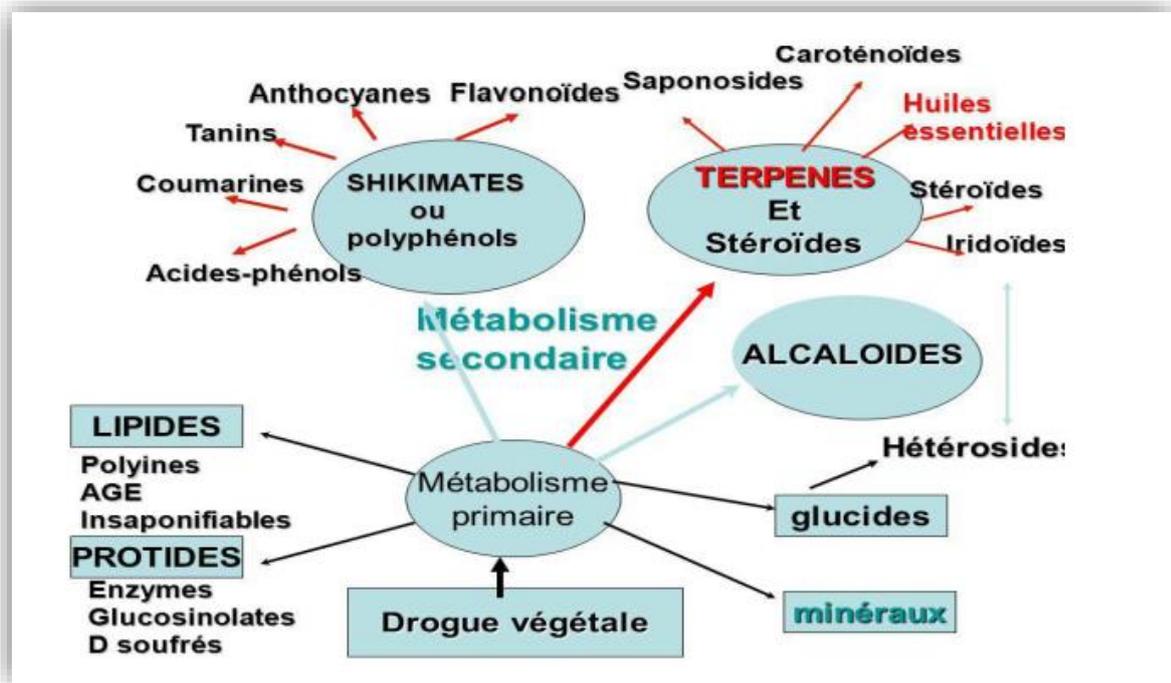


Fig1:Classification des métabolites secondaires

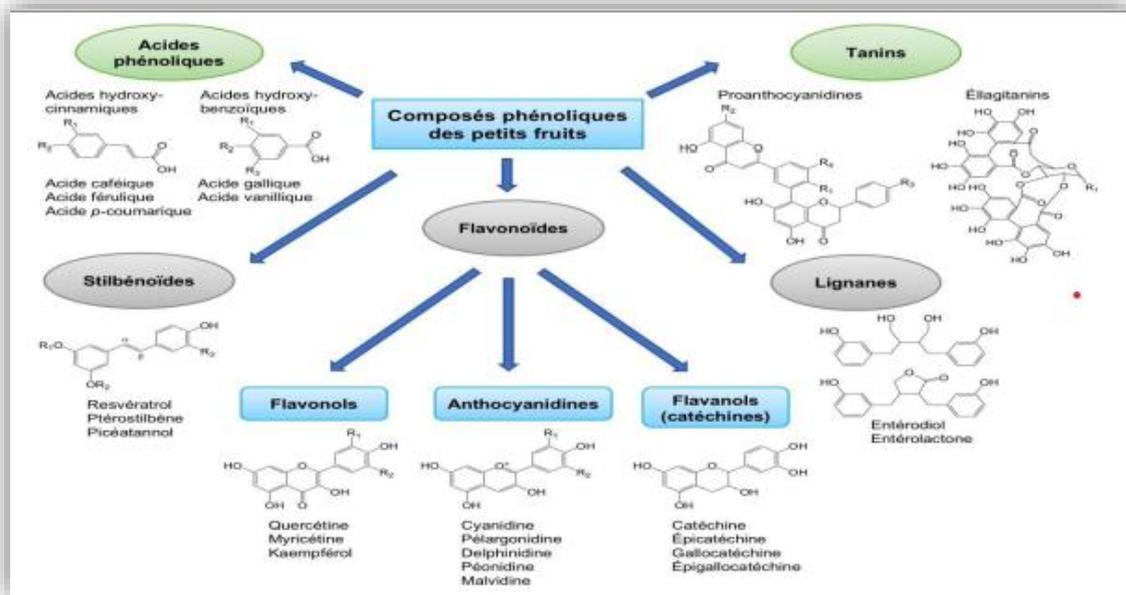


Fig2 :Composés phénoliques (polyphénols)

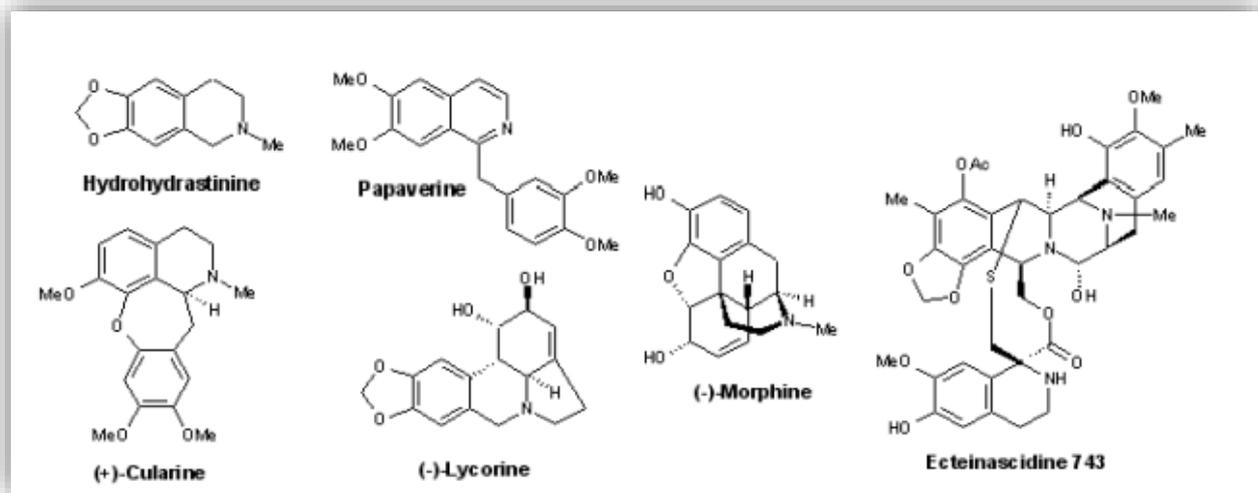


Fig.03: Quelques alcaloïdes physiologiquement actifs

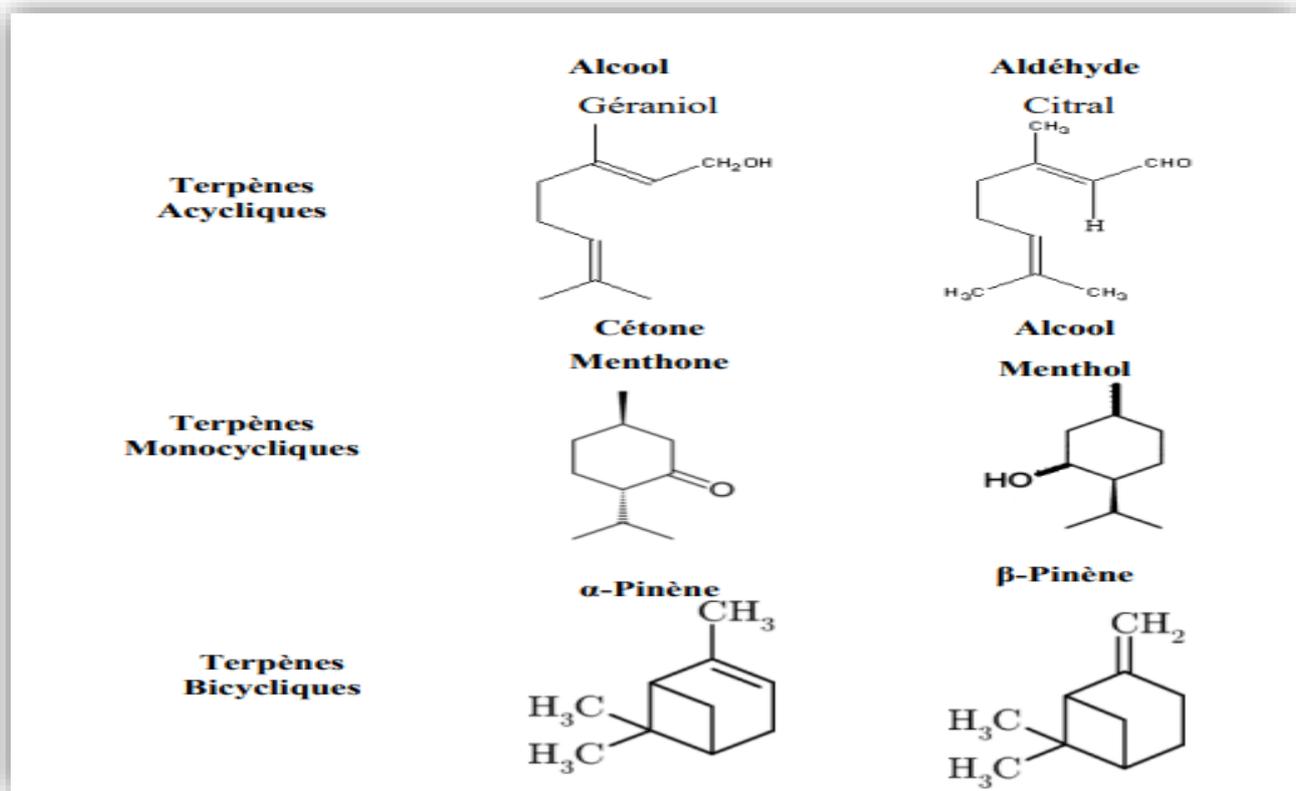


Figure 04: Classification structural des terpènes

Tableau n 03 : les taux de croissance (Diamètre 7j)

Extrait de plante	R 1	R 2	R 3	R 4
Extrait 1	28	26	28	32
Extrait 2	28	28	26	29
Extrait 3	39	29	32	46
Extrait 4	35	23	34	27
Extrait 6	46	44	44	39
Extrait 7	33	42	36	34
Témoin	81	76	81	73

Tableau n 04:les taux d'inhibition pour chaque extrait aqueux

Extrait de plante	R 1	R 2	R 3	R 4
Extrait 1	64,0	66,6	64,0	58,8
Extrait 2	64,0	64,0	66,6	62,7
Extrait 3	49,8	62,7	58,8	40,8
Extrait 4	55,0	70,4	56,3	65,3
Extrait 5	100,0	100,0	100,0	100,0
Extrait 6	40,8	43,4	43,4	49,8
Extrait 7	57,6	46,0	53,7	56,3
Extrait 8	100,0	100,0	100,0	100,0
Témoin	0,0	0,0	0,0	0,0

traités par le logiciel Excel Stat utilisation des L'ANOVA

Tableau 05 :Statistiques descriptives :

Variable	Observations	Obs. avec données manquantes	Obs. sans données manquantes	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
% Inhibition	36	0	36	0,000	100,000	60,021	28,928

Variable	Modalités	Effectifs	%
Extrait de plante	Extrait 1	4	11,111
	Extrait 2	4	11,111
	Extrait 3	4	11,111
	Extrait 4	4	11,111
	Extrait 5	4	11,111
	Extrait 6	4	11,111
	Extrait 7	4	11,111
	Extrait 8	4	11,111
	Témoïn	4	11,111

Tableau 0 6 :Matrice de corrélation

Variables	Extrait de plante-Extrait 1	Extrait de plante-Extrait 2	Extrait de plante-Extrait 3	Extrait de plante-Extrait 4	Extrait de plante-Extrait 5	Extrait de plante-Extrait 6	Extrait de plante-Extrait 7	Extrait de plante-Extrait 8	Extrait de plante-Témoïn	% Inhibition
Extrait de plante-Extrait 1	1,000	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	0,041
Extrait de plante-Extrait 2	-0,125	1,000	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	0,053
Extrait de plante-Extrait 3	-0,125	-0,125	1,000	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,086
Extrait de plante-Extrait 4	-0,125	-0,125	-0,125	1,000	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	0,021
Extrait de plante-Extrait 5	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	1,000	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	0,496
Extrait de plante-Extrait 6	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	1,000	-0,125	-0,125	-0,125	-0,194
Extrait de plante-Extrait 7	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	1,000	-0,125	-0,125	-0,082
Extrait de plante-Extrait 8	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	1,000	-0,125	0,496
Extrait de plante-Témoïn	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	1,000	-0,744
% Inhibition	0,041	0,053	-0,086	0,021	0,496	-0,194	-0,082	0,496	-0,744	1,000

Régression de la variable Croissance

Tableau 07 :Coefficients d'ajustement

Observations	36,000
Somme des poids	36,000
DDL	27,000
R ²	0,979
R ² ajusté	0,973
MCE	22,731
RMCE	4,768
MAPE	5,498
DW	2,311
Cp	9,000

Annexes

AIC	120,097
SBC	134,349
PC	0,035

Tableau 8 :Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	8	28676,296	3584,537	157,697	< 0,0001
Erreur	27	613,724	22,731		
Total corrigé	35	29290,020			

Calculé contre le modèle $Y=\text{Moyenne}(Y)$

Tableau 9:Analyse Type I Sum of Squares :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Extrait de plante	8	28676,296	3584,537	157,697	< 0,0001

Tableau 10 :Paramètres du modèle :

Source	Valeur	Ecart-type	t	Pr > t	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
Constante	0,000	2,384	0,000	1,000	-4,891	4,891
Extrait de plante-Extrait 1	63,344	3,371	18,790	< 0,0001	56,427	70,261
Extrait de plante-Extrait 2	64,309	3,371	19,076	< 0,0001	57,391	71,226
Extrait de plante-Extrait 3	53,055	3,371	15,737	< 0,0001	46,137	59,972
Extrait de plante-Extrait 4	61,736	3,371	18,313	< 0,0001	54,819	68,654
Extrait de plante-Extrait 5	100,000	3,371	29,663	< 0,0001	93,083	106,917
Extrait de plante-Extrait 6	44,373	3,371	13,162	< 0,0001	37,456	51,290
Extrait de plante-Extrait 7	53,376	3,371	15,833	< 0,0001	46,459	60,293
Extrait de plante-Extrait 8	100,000	3,371	29,663	< 0,0001	93,083	106,917
Extrait de plante-Témoin	0,000	0,000				

Tableau 11 : Coefficients normalisés

Source	Valeur	Ecart-type	t	Pr > t	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
Extrait de plante-Extrait 1	0,698	0,037	18,790	< 0,0001	0,622	0,774
Extrait de plante-Extrait 2	0,709	0,037	19,076	< 0,0001	0,632	0,785
Extrait de plante-Extrait 3	0,585	0,037	15,737	< 0,0001	0,508	0,661
Extrait de plante-Extrait 4	0,680	0,037	18,313	< 0,0001	0,604	0,756
Extrait de plante-Extrait 5	1,102	0,037	29,663	< 0,0001	1,026	1,178
Extrait de plante-Extrait 6	0,489	0,037	13,162	< 0,0001	0,413	0,565
Extrait de plante-Extrait 7	0,588	0,037	15,833	< 0,0001	0,512	0,664
Extrait de plante-Extrait 8	1,102	0,037	29,663	< 0,0001	1,026	1,178
Extrait de plante-Témoin	0,000	0,000				

Tableau 12 : Extrait / Fisher (LSD) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% :

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
Témoin vs Extrait 5	-100,000	-29,663	2,052	< 0,0001	Oui
Témoin vs Extrait 8	-100,000	-29,663	2,052	< 0,0001	Oui
Témoin vs Extrait 2	-64,309	-19,076	2,052	< 0,0001	Oui
Témoin vs Extrait 1	-63,344	-18,790	2,052	< 0,0001	Oui
Témoin vs Extrait 4	-61,736	-18,313	2,052	< 0,0001	Oui
Témoin vs Extrait 7	-53,376	-15,833	2,052	< 0,0001	Oui
Témoin vs Extrait 3	-53,055	-15,737	2,052	< 0,0001	Oui
Témoin vs Extrait 6	-44,373	-13,162	2,052	< 0,0001	Oui
Extrait 6 vs Extrait 5	-55,627	-16,500	2,052	< 0,0001	Oui
Extrait 6 vs Extrait 8	-55,627	-16,500	2,052	< 0,0001	Oui
Extrait 6 vs Extrait 2	-19,936	-5,913	2,052	< 0,0001	Oui
Extrait 6 vs Extrait 1	-18,971	-5,627	2,052	< 0,0001	Oui
Extrait 6 vs Extrait 4	-17,363	-5,150	2,052	< 0,0001	Oui
Extrait 6 vs Extrait 7	-9,003	-2,671	2,052	0,013	Oui
Extrait 6 vs Extrait 3	-8,682	-2,575	2,052	0,016	Oui
Extrait 3 vs Extrait 5	-46,945	-13,925	2,052	< 0,0001	Oui
Extrait 3 vs Extrait 8	-46,945	-13,925	2,052	< 0,0001	Oui
Extrait 3 vs Extrait 2	-11,254	-3,338	2,052	0,002	Oui
Extrait 3 vs Extrait 1	-10,289	-3,052	2,052	0,005	Oui
Extrait 3 vs Extrait 4	-8,682	-2,575	2,052	0,016	Oui
Extrait 3 vs Extrait 7	-0,322	-0,095	2,052	0,925	Non
Extrait 7 vs Extrait 5	-46,624	-13,830	2,052	< 0,0001	Oui
Extrait 7 vs Extrait 8	-46,624	-13,830	2,052	< 0,0001	Oui
Extrait 7 vs Extrait 2	-10,932	-3,243	2,052	0,003	Oui
Extrait 7 vs Extrait 1	-9,968	-2,957	2,052	0,006	Oui
Extrait 7 vs Extrait 4	-8,360	-2,480	2,052	0,020	Oui

Annexes

Extrait 4 vs Extrait 5	-38,264	-11,350	2,052	< 0,0001	Oui
Extrait 4 vs Extrait 8	-38,264	-11,350	2,052	< 0,0001	Oui
Extrait 4 vs Extrait 2	-2,572	-0,763	2,052	0,452	Non
Extrait 4 vs Extrait 1	-1,608	-0,477	2,052	0,637	Non
Extrait 1 vs Extrait 5	-36,656	-10,873	2,052	< 0,0001	Oui
Extrait 1 vs Extrait 8	-36,656	-10,873	2,052	< 0,0001	Oui
Extrait 1 vs Extrait 2	-0,965	-0,286	2,052	0,777	Non
Extrait 2 vs Extrait 5	-35,691	-10,587	2,052	< 0,0001	Oui
Extrait 2 vs Extrait 8	-35,691	-10,587	2,052	< 0,0001	Oui
Extrait 8 vs Extrait 5	0,000	0,000	2,052	1,000	Non

Le potentiel fongicide des extraits aqueux de huit espèces végétales issues de la végétation du Sahara septentrional contre le *Fusarium* sp.

Résumé :

Notre travail porte sur l'étude in vitro de l'effet anti-fongique d'extrait aqueux des plantes de huit espèces spontanées médicinales sahariennes récoltées dans trois régions (Ghardaïa, Metlili, Route Ghardaïa Al-Mansoura). Il s'agit de: *Peganum harmala*, *Artemisia herba-alba*, *Euphorbia retusa*, *Colocynthis vulgaris*, *Pituranthos chloranthus*, *Pulicaria crispa*, *Ononis angustissima*, *Oudneya africana*.

L'extraction d'extrait aqueux de la poudre de huit plantes a été réalisée par la méthode de macération dans des conditions contrôlées.

Les résultats ont montré que *Oudneya africana* et *Pituranthos chloranthus* inhibent efficacement la croissance mycélienne de *Fusarium* sp. (Taux d'inhibition > à 100%), comparativement aux autres extraits qui manifestent un bon effet antifongique à l'échelle du laboratoire.

Mots clés: Plantes sahariennes, extraits aqueux, *Fusarium* sp, activité antifongique, taux d'inhibition.

The fungicidal potential of aqueous extracts of eight plant species from the vegetation of the northern Sahara against *Fusarium* sp.

Summary:

Our work focuses on the in vitro study of the anti-fungal effect of aqueous extracts from plants of eight spontaneous Saharan medicinal species collected in three regions (Ghardaïa, Metlili, and Route Ghardaïa Al-Mansoura). *Artemisia herba-alba*, *Euphorbia retusa*, *Colocynthis vulgaris*, *Pituranthos chloranthus*, *Pulicaria crispa*, *Ononis angustissima*, *Oudneya africana*.

The aqueous extract extraction from the powder of eight plants was carried out by the maceration method under controlled conditions.

The results showed that *Oudneya africana* and *Pituranthos chloranthus* effectively inhibited the mycelial growth of *Fusarium* sp. (Inhibition rate > 100%), compared to other extracts which show a good antifungal effect on a laboratory scale.

Key words: Saharan plants, aqueous extracts, *Fusarium* sp, antifungal activity, inhibition rate.

إمكانات مبيدات الفطريات من المستخلصات المائية لثمانية أنواع نباتية من الغطاء النباتي في الصحراء الشمالية

ضد *Fusarium* sp.

الملخص:

ركز عملنا على الدراسة في المختبر للتأثير المضاد للفطريات للمستخلصات المائية من ثمانية أنواع من نباتات الطبقة الصحراوية العفوية التي تم جمعها في ثلاث مناطق (غرداية، ماتليلي، طريق غرداية المنصورة)، وهي *Peganum harmala*, *Artemisia herba-alba*, *Euphorbia retusa*, *Colocynthis vulgaris*, *Pituranthos chloranthus*, *Pulicaria crispa*, *Ononis angustissima*, *Oudneya africana*.

تم إجراء الاستخلاص المائي من مسحوق ثمانية نباتات بطريقة النقع تحت ظروف خاضعة للرقابة.

أظهرت النتائج أن *Oudneya africana* و *Pituranthos chloranthus* منع بشكل فعال النمو الفطري للفطر *Fusarium* sp (معدل تثبيط > 100%).

مقارنة بالمستخلصات الأخرى التي تظهر تأثير مضاد للفطريات جيداً على نطاق معمل

الكلمات المفتاحية: نباتات صحراوية، مستخلصات مائية، *Fusarium* sp، نشاط مضاد للفطريات، معدل تثبيط