

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل

Université Mohammed-Seddik Benyahia-Jijel

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de l'Environnement
et des Sciences Agronomiques



كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم علوم المحيط والعلوم الفلاحية

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Filière : Sciences Agronomiques

Option : Phytopharmacie appliquée

Thème

**Activité antifongique de l'extrait de l'espèce végétale
Inula viscosa L. (*Dittrichia viscosa* L.)**

Membres de jury:

President: M^r KISSERLI Omar

Examineur : M^{me} ROULA Massika

Encadreur : M^{me} BENABDELKADER Messaouda

Présenté par:

- KISSOUM Nawel

- BOUZARAA Ayda

Session: Juin 2019

Numéro d'ordre:...

Année universitaire 2018/2019

Travail réalisé dans le laboratoire de la faculté SNV –Université de Jijel



"ربي أوزعني أن أشكر نعمتك

التي أنعمت عليّ وعلى والديّ

وأن أعمل صالحاً ترضاه

وأصلح لي في ذريتي إني تبت

إليك وإني من المسلمين"

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail

À mes très chers parents

Ma mère « **Saida** » et mon père « **Said** » pour leur soutien et pour leurs encouragements qu'ils n'ont pas cessés de m'apporter tout au long de mes études.

A mon très cher grand père et ma grand-mère que Dieu l'accueille au paradis.

A mes sœurs **Zoulikha, Hamida, Hassiba, Dalila**, Nabila et mes frères **Houssine, Riad, Ibrahim, Farid, Chouibe, Ismaail** qui ont toujours été là pour moi.

A tous mes amis **Hala, Amel, Ghania, Ikram, Marwa et Farial**. Et mes belles sœurs de mes frères et aussi tous leurs enfants

A mes belles sœurs et A mes beaux-frères

A toute ma famille, mes tantes, mes oncles et mes cousines **Widad et Khadidja et Fatima et Meriem** et mes camarades phytopharmacie et écosystème aquatique.

A mon binôme **Ayda** et à toute sa famille

A tous les enseignants qui ont contribué à ma formation durant tout le parcours de mes études.

A toute la promotion 2018/2019 phytopharmacie appliqué

Nawel

DEDICACE

Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur qu'on dédie du fond du cœur à ceux qu'on aime et qu'on remercie en exprimant la gratitude et la reconnaissance durant toute notre existence.

Je dédie ce modeste travail :

*A mon cher père **Massoud** qui a veillé sur moi pendant toute ma vie. A ma mère **Om Alkhir**, sans elle, j'aurais pas abouti à ce stade d'étude, que Dieu puisse m'aider à l'honorer, la servir et la combler*

*A mes frères : **Halim, Riad; Fateh** et dédicace spécial à mon frère **Sami***

*A mes sœurs : **Yassmina, Farida, Nawal, Amel, Hala** , et **Rayane***

*A mes belles sœurs : **Naima, Soulef, et Saida***

*A mes beaux-frères : **Nabil, Wahid , Fouzi, Monire, et Yazid***

*Dédicace aussi aux à mes neveux : **Yahya ,Malek , Sifo , Dodo ,Kodos , Sohayb , Doda ,chocho, Obaida , et Rofayda** et de mon frère : **Kholod et Maram***

Et à toute ma famille et mes proches.

*A tous mes amis surtout: **Karima , Fatima , Souhila , Rym ,Amel ,Ghania***

*A notre encadreur **Mme Benabdelkader** .*

*A ma chère binôme" **Nawel**"*

A ceux, qui sont chers à moi

A mes collègues de master 2 Phytopharmacie et master 2 écosystème

Ayda BZR



Remerciements

On remercie *ALLAH* le tout puissant de nous avoir donné le courage et la volonté de mener ce travail à terme.

On exprime notre profonde reconnaissance et toute notre gratitude à notre encadreur M^{me} Benabdelkader M ; qui a bien voulu nous encadrer, pour ses orientations et ses conseils tout au long de la réalisation de ce travail, pour sa présence et sa disponibilité.

On ne saurait remercier suffisamment, M^r Kisserli O. et M^{me} Roula M, d'avoir accepté d'examiner ce travail et de faire partie de membres du jury d'évaluation de ce mémoire.

Toute notre gratitude, au personnel du laboratoire de biologie de la faculté SNV-Jijel, pour leur aide et leurs conseils lors de la réalisation de notre partie expérimentale.

Il nous sera agréable aussi de remercier toutes les personnes, qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de cette étude, qui nous ont soutenus et encouragés pour achever cette étude.

Sommaire

Sommaire	page
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction	1

1^{ère} partie : Etude Bibliographique

Chapitre I : Etude de la plante *Inula viscosa* L. (ex *Dittrichia viscosa* L.)

1- Généralités	3
2- Noms vernaculaires.....	3
3- Description botanique	4
4- Classification botanique	5
5- Composition chimique	5
6- L'utilisation.....	7

Chapitre II : Etude du champignon *Botrytis cinerea*

1- Les champignons phytopatogènes	8
2- Les dix principaux champignons phytopathogènes	8
3- <i>Botrytis cinerea</i> , agent de la pourriture grise	9
3-1- Position taxonomique	9
3-2- Description de la pourriture grise	9
3-3- Gamme d'hôte.....	10
3-4- Symptômes.....	10
3-5- Cycle de développement de la pourriture grise	10
4- Méthodes de lutte contre <i>Botrytis cinerea</i>	12
4-1- Lutte chimique.....	12
4-2- Méthodes alternatives.....	14
4-2-1- Pratiques culturales et mesures prophylactiques	14
4-2-2- Contrôle physiologique.....	14
4-2-3- Utilisation des outils génétiques	15
4-2-4- Protection biologique.....	15

a) Composés minéraux et organiques	15
b) Agents microbiens	16
c) Extraits de plantes	16
c-1- Les huiles essentielles et autres produits dérivés de plantes.....	19
c-2- Les extraits aqueux des plantes	19
c-3 Avantages des extraits de plantes	19

2^{ème} partie : Etude Expérimentale

Chapitre III : Matériel et Méthodes

1- Matériel Végétal : L'espèce <i>Inula viscosa</i> L. (ex <i>Dittrichia viscosa</i> L.)	20
1-1- Récolte.....	20
1-2- Préparation	21
1-2-1- Séchage	21
a) Détermination de la teneur en eau des feuilles et des tiges fraîches.....	22
1-2-2- Broyage	22
1-2-3- Tamisage	22
1-3- méthode d'extraction	23
III-1-3-4-1- Extraction par solvant.....	23
a) Principe	23
b) Méthodologie	23
1-3-5- Rendement	26
1-3-6- Analyse qualitative par CPG	26
2- Matériel Fongique : <i>Botrytis cinerea</i>	27
2-1- Échantillonnage	27
2-2- Isolement et purification.....	28
2-3- Identification.....	28
2-3-1 Identification Macroscopique	28
2-3-2- Identification Microscopique	28
3- Activité Antifongique	29
3-1- Préparation de l'extrait aqueux	29
3-2- Préparation des dilutions	29
3-3- Ensemencement et incubation des boîtes de Pétri	30
3-4- Analyse statistique	30

Chapitre IV: Résultats et Discussion

Matériel Végétal : L'espèce <i>Inula viscosa</i> L. (ex <i>Dittrichia viscosa</i> L.....	32
1-1- Détermination de la teneur en eau des feuilles et des tiges fraîches	32
1-2- L'extraction	33
1-2-1- Le rendement	33
1-2-2- Propriétés organoleptiques	33
1-2-3- Analyse qualitative par la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG/SM.....	34
2- Matériel Fongique : <i>Botrytis cinerea</i>	35
2-1- Isolement et purification.....	35
2-2- Identification du champignon	36
2-2-1- Identification macroscopique	36
2-2-2- Identification microscopique.....	36
3- L'activité Antifongique.....	37
3-1- Test préliminaire	37
3-2- Traitement avec différentes dilutions et la concentration minimal d'inhibitrice (CMI.....	38
3-3- Analyse statistique	40
Conclusion	42
Références Bibliographiques	44
Annexes	

Liste des tableaux

Tableau	Titre de tableau	Page
01	Fongicides utilisés contre <i>Botrytis cinerea</i> et niveau de résistance	13
02	Carte géographique de la station de prélèvement à Ouadjana-Taher-jijel	20
03	Valeurs des dilutions utilisées pour déterminer les CMI	29
04	Propriétés de l'extrait d' <i>Inula viscosa</i> L	34
05	Composants chimiques majeurs d' <i>Inula viscosa</i> L.	34
06	Résultats de l'analyse de la variance à un facteur ($\alpha = 0,01$, $\alpha = 0,05$)(a et b)	40

Liste des figures

Figure	Titre de figure	Page
1	Carte de la répartition géographique d' <i>Inula viscosa</i> L.	3
2	Plante d' <i>Inula viscosa</i> L.	4
3	Les deux types de fleurs et fruits d' <i>Inula viscosa</i> L : (a) fleurs tubulées ;(b) fleurs ligulées ; (c) Les fruits	5
4	Structures des flavonoïdes selon la racine R	6
5	Structure chimique des terpènes	6
6	Structure chimique des sesquiterpènes lactones	6
7	Cycle de développement (production asexuée) de <i>Botrytis cinerea</i> sur différentes cultures	12
8	Carte géographique de la station de prélèvement à Ouadjana-Jijel	20
9	Espèce <i>Inula viscosa</i> L.	21
10	Feuilles d' <i>Inula viscosa</i> L.	21
11	Poudre végétale	22
12	Montage de Rota-vapeur utilisé pour obtenir le résidu sec	24
13	Protocole de l'extraction et l'obtention de l'extrait sec (résidu sec) d' <i>Inula viscosa</i> L.	25
14	Appareil de chromatographie en phase gazeuse (CPG) (Original)	27
15	Fraises attaqués dans le champ : a) champ de fraise Emir Abdelkader; b) et c) fruits de fraise attaqués par <i>Botrytis cinerea</i>	27
16	Série de dilutions préparées à partir de la solution mère de l'extrait brut aqueux d' <i>I.viscosa</i> L.	29
17	L'agent pathogène ensemencé dans les boîtes de Pétri contenant le MC (Saboroud) + l'extrait	30

18	Teneur en eau des feuilles et des tiges de la plante d' <i>Inula viscosa</i> L.	32
19	Rendement de l'extraction des feuilles et des tiges d' <i>Inula viscosa</i> L	33
20	Extraits brut sec (résidu sec) d' <i>Inula viscosa</i> L.	34
21	Colonies impropres du champignon <i>Botrytis cinerea</i>	35
22	Colonies propres homogènes du champignon <i>Botrytis cinerea</i>	35
23	La colonie du champignon <i>Botrytis cinerea</i>	36
24	Le mycélium de <i>Botrytis cinerea</i> : a) hyphae cloisonnée ; b) conidiophore avec des spores	36
25	Les conidiophores et conidies : a) Conidiophores ; b) Conidies	37
26	L'effet de l'extrait brut aqueux sur la croissance du champignon <i>Botrytis cinerea</i>	37
27	L'apparence de l'activité antifongique par les concentrations	38
28	Effet de la concentration de l'extrait d' <i>Inula viscosa</i> L. sur le diamètre de croissance et d'inhibition du champignon <i>Botrytis cinerea</i>	39
29	Effet de la concentration de l'extrait d' <i>Inula viscosa</i> L. sur le taux de croissance et d'inhibition du champignon <i>Botrytis cinerea</i>	39

Liste des symboles et des abréviations

%: Pourcentage

°C: Degré Celsius

B. cinerea : *Botrytis cinerea*

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice

CPG: Chromatographie en Phase Gazeuse

ESM : Erreur Standard à la Moyenne

G: Gramme

GC-MS: Gas Chromatography Mass Spectrometry

H : Heure

H+ : Humidité

HE : Huiles Essentielles

I.viscosa : *Inula viscosa L*

L : Litre

LMR : Limites Maximales de Résidus

MC : Milieu de Culture

Mg : Milligramme

Mm : Millimètre

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

R : Rendement

V : Volume

µm : Micromètre

Introduction

Introduction

En raison de son vaste étendue et sa diversité climatique et physiographique, notre pays, dispose d'une grande diversité floristique à laquelle s'ajoute une tradition ancestrale d'utilisation des plantes culinaires, médicinales et pesticides.

Les champignons sont la principale cause de maladies chez les plantes et sont responsables d'environ 70 % des maladies des plantes cultivées. On estime entre dix milles et quinze milles espèces, le nombre d'organismes des types champignons ou pseudo-champignons susceptibles d'infecter les plante contre une cinquantaine susceptible d'infecter l'homme (**Catherine et Roger, 2005**).

Botrytis cinerea, est un champignon responsable de lourdes pertes économiques sur de nombreuses cultures (**Gullino, 1992**). En ce qui concerne la lutte contre ce champignon, les agriculteurs utilisent généralement des fongicides comme le : Signum®, Rovral® Aquaflo, Rovral.® WG (iprodione), et Scala® (pyriméthanyl) (**Charles et al., 2000 ; Elad et al., 2004**) ou cyprodinil (**Couderchet, 2003**). Suite aux problèmes environnementaux causés par l'utilisation des produits chimiques, ainsi que les effets indésirables, les extraits bruts des plantes commencent à avoir beaucoup d'intérêt comme source potentielle des molécules naturelles bioactives, et font l'objet de projets de recherche pour leur éventuelle utilisation dans divers domaines, notamment comme alternative à la protection des végétaux (**Boudjemaa, 1999 ; Chabou, 2000 ; Ben Abdelkrim, 2009 ; Guerrida, 2010**).

Pour l'Algérie, la recherche de nouvelles molécules doit être entreprise au sein de notre importante biodiversité végétale en se servant de données ethnobotaniques.

Actuellement, l'isolement d'agent bioactif de plantes est un des domaines de recherche les plus intensifs, pour prouver l'activité physiologique d'une plante (**Abayomi, 2010**). Dans ce contexte, parmi les stratégies alternatives à l'utilisation des pesticides chimiques, les bio-pesticides d'origine végétale connaissent depuis quelques années un intérêt grandissant ; afin de réduire l'utilisation des composés chimiques affectant l'environnement, la biodiversité et la santé humaine et animale.

Le genre *Inula* (famille des Asteraceae) renferme plus de 100 espèces, principalement trouvées en Afrique, en Asie et en Europe, prédominant dans l'aire Méditerranéenne (**Cantrell et al., 2010; Park et al., 2011; Talib et al., 2012 ; Seca et al., 2014**). Les membres de ce genre ont été utilisés depuis les temps anciens comme remèdes populaires et crédités d'une longue liste d'utilisation médicinale, incluant antioxydant, anti-inflammatoire, antivirale, antibactérien, antifongique, anti-tumeurs, antidiabétique, antiasthmatique, antiallergique et cytotoxique, ainsi que d'autres (**Lee et al., 2009**).

L'espèce *Inula viscosa* (L.) nommée aussi (syn. *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter), est une plante très connue, utilisée localement en médecine populaire pour le traitement des maladies

dermatologiques ; telles que les gales et les inflammations dermiques. Révèlent aussi, que les extraits de cette plante, ont aussi des activités antioxydant, antibactérien, antifongique, hypoglycémique, hypolipémie, anticancéreux, anti-parasitique et phytotoxique (**Hernandez et al., 2007 ; Danino et al., 2009 ; Andolfi et al., 2013**).

L'objectif de ce travail, est d'étudier l'activité antifongique de l'extrait des feuilles et des tiges d'*Inula viscosa* (L.) sur le champignon *Botrytis cinerea* dans la région de Jijel-Algerie. Le champignon est un phytopathogène ubiquiste, responsable de la pourriture grise, et est un microorganisme polyphage qui cause d'énormes dégâts sur plus de 230 espèces de plantes : sur cultures maraîchères, viticoles et horticoles, en pré- ou en post-récolte. Ce champignon conduit à des pertes importantes de rendement (**Ajouz, 2009**).

Dans le but de réaliser ce travail notre mémoire on a envisagé le plan suivant :

- Introduction générale.
- Première partie sera consacré à une synthèse bibliographique, subdivisée en deux chapitres : un chapitre sur la plante *Inula viscosa* L., et un autre sur le champignon pathogène *Botrytis cinerea*.
- Deuxième partie concerne la partie expérimentale, subdivisé en deux chapitres : un premier chapitre sur matériel et méthodes, et un autre sur résultats et discussion.
- A la fin une conclusion générale, résumera les principaux résultats obtenus.

1^{ere} Partie

Etude bibliographique

CHAPITRE I

Etude de l'espèce *Inula viscosa*



1^{re} partie : Etude bibliographique

Chapitre I : Etude de la plante *Inula viscosa* L. (ex *Dittrichia viscosa* L.)

1-Généralités

Inula viscosa L., connue également sous le nom de *Dittrichia viscosa* L., appartient à la famille des composées. Cette plante se caractérise par les bractées sous forme des languettes jaunes externes qui sont visqueuses sur l'extérieure et qui justifie son nom. Quant au nom du genre « inule », il dérive du grec « inaien » qui signifie purifier (Mànez *et al.*, 1999). Elle est originaire du bassin méditerranéen (Maoz et Neeman, 2000 ; Hernandez *et al.*, 2001), distribuée largement dans le Sud d'Espagne, le Nord de l'Afrique et du Moyen Orient (Wang *et al.*, 2004), ainsi que dans le Nord d'Algérie (Quezel et Santa, 1962), dans les rocailles et autant sur les terrains argileux que sableux (Benayache *et al.*, 1991 ; Ciccarelli, 2007). Elle pousse dans les champs sauvages et dans les alentours du bassin méditerranéen (Brullo, 2000 ; Parolin *et al.*, 2013). Elle se retrouve dans les collines, les zones humides et les bords des routes, et apprécie les sols secs et calcaires (Baytop, 1984 ; Wenqiao *et al.*, 2004) (Fig 1).



Figure 1. Carte de la répartition géographique d'*Inula viscosa* L. dans le monde (Benyahia, 2014).

2- Noms vernaculaires

En français : Inule visqueuse (Baba Aissa, 1991).

En anglais : Sticky fleabane (Wang *et al.*, 2004)..

En arabe : Magramane (Baba Aissa, 1991).

En berbère : Amagramane (Baba Aissa, 2000).

3- Description botanique

Inula viscosa L, est une plante annuelle, herbacée, visqueuse et glanduleuse, à odeur forte qui appartient à la famille des Astéracées (Composées). Elle peut atteindre de 50 cm à 1m de hauteur, et présente des capitules à fleurs jaunes très nombreuses au sommet de la tige. Les feuilles, alternées, allongées à lancéolées, sont insérées directement sur la tige, sans pétioles. La base du limbe des feuilles de la tige semble l'entourer partiellement (feuilles embrassantes). Leur marge est lisse ou dentée, et le sommet aigu. Toute la plante est couverte de poils glanduleux qui libèrent une résine odoriférante et collante (Quezel et Santa, 1963). les racines sont fortes pivotantes lignifiées peuvent atteindre 30 cm de long (Bayer et al., 1990) (Fig 2).



Figure 2. Plante d'*Inula viscosa* L. (google earth)

La floraison commence à partir du mois de Septembre. Les inflorescences sont de longues grappes (Bensegueni, 2001; Rameau et al., 2008) pyramidales (Bssaibis et al., 2009), fournies des capitules jaunes (Bensegueni, 2001).

On trouve deux types de fleurs : des fleurs à pétales soudées en languettes jaunes (fleurs ligulées) à l'extérieur du capitule, et des fleurs en tubes (fleurs tubulées), jaunes orangés au centre du capitule.

Les fruits sont des akènes (fruits secs) velus, sont surmontés par une petite aigrette grisâtre (Bensegueni, 2001) (Fig 3).



Figure 3. Les deux types de fleurs et fruits d'*Inula viscosa* L. (Ciccarelli ,2007) : (a) fleurs tubulées ;(b) fleurs ligulées ; (c) Les fruits

4- Classification botanique

D'après Fournier (1947), la systématique d'*Inula viscosa* L. est la suivante :

Règne : Plantae

Embranchement : Spermaphytes

Sous-Embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotyledones

Sous Classe : Astéridées

Ordre : Astérales.

Famille : Astéracées.

Genre : *Inula*

Espèce : *Inula viscosa* L.

Dont le synonyme est Magramen.

5-composition chimique

L'espèce *Inula viscosa* L. est riche en métabolites secondaires. Ces derniers ont fait l'objet de plusieurs travaux. Cette plante est composée de flavonoïdes (Fig 4) (Dendougui, 1989 ; Bicha, 2003) et terpènes (Fig 5) (Oksöz, 1976 ; Bohlman *et al.* ,1977) et lactones sesquiterpéniques (Fig 6) (Dendougui, 1989 ; Bicha, 2003). Elle est très riche en huiles essentielles, dont la concentration varie selon les différentes parties (feuilles, racines et fleurs). Ses composants majoritaires sont le camphre, l'eucalyptol et le thymol (Benchohra *et al.*, 2011).

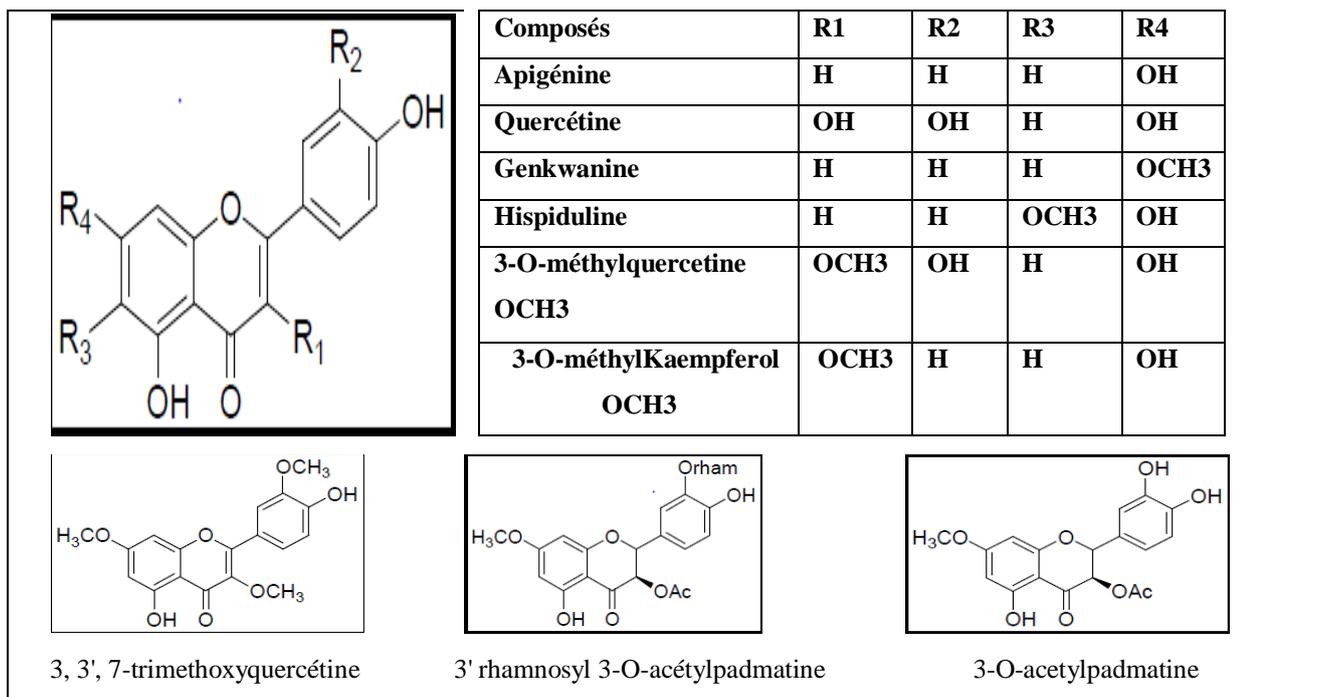


Figure 4. Structures des flavonoïdes selon la racine R (Dendougui, 1989 ; Bicha, 2003)

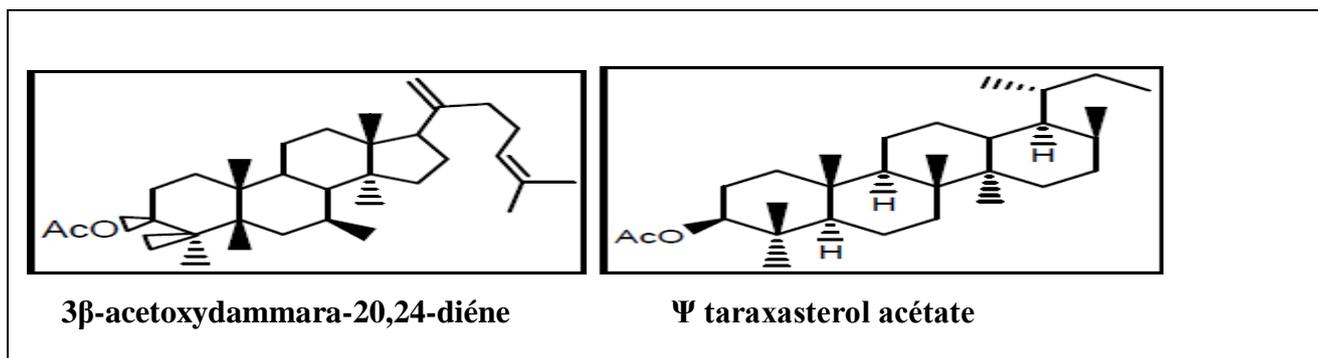


Figure 5. Structure chimique des terpènes (Oksöz, 1976 ; Bohlman *et al.* , 1977)

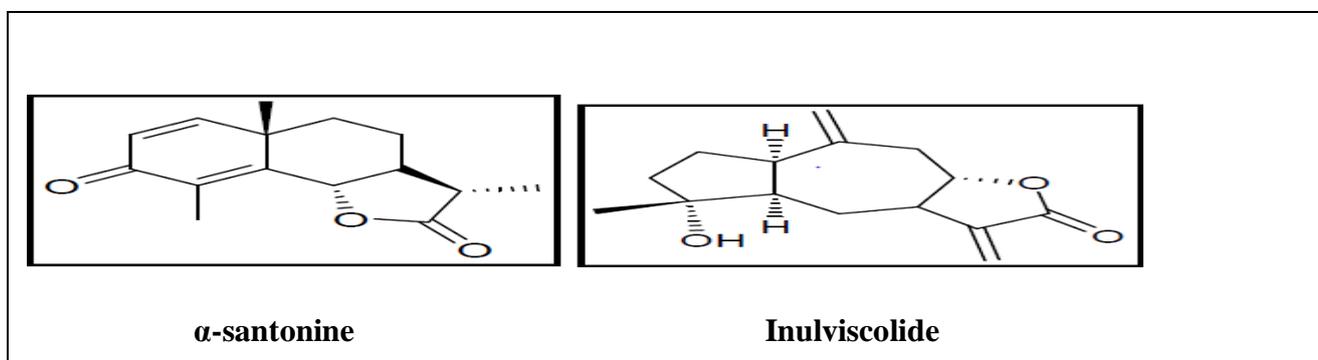


Figure 6. Structure chimique des sesquiterpènes lactones (Dendougui, 1989 ; Bicha, 2003)

6- L'utilisation

C'est une plante médicinale traditionnelle fréquente dans le bassin méditerranéen. En Algérie, les feuilles sont utilisées séchées en tisanes et les huiles essentielles sont extraites pour le traitement de diverses maladies telles que la bronchite, le diabète, et les maladies du système urinaire et digestif (Abad *et al.*, 2000).

Depuis les temps anciens, *Inula viscosa* L. a été largement utilisée comme traitement pour ce qui suit (Nissim Krissipil *et al.*, 1982) :

Plaies : l'application des feuilles fraîches, ou une poudre de feuilles sèches ou de saignement sur de plaies ouvertes ou les résultats des brûlures à l'arrêt de l'hémorragie, et sert comme antiseptique et anti-inflammatoire agent efficace. Traitement d'*Inula viscosa* L. est préféré par les villageois sur des médicaments modernes, car il favorise la cicatrisation plus rapide.

Les peaux sèches et rugueuses : la poudre de la feuille *Inula viscosa* L. séchée est mélangée avec de l'huile et appliquée à l'extérieure des parties touchées de corps.

Hémorroïdes : une pate est également préparée à partir des feuilles broyée, mélangée avec de l'huile d'olive et appliquée comme une pommade.

L'hypertension artérielle et le diabète : feuilles *Inula viscosa* L. sont cuites à l'eau et la tonique est consommée.

La médecine actuelle a imputé plusieurs usages d'*Inula viscosa* L.: anthelmintique, expectorant, diurétique, traitement de la bronchite, tuberculose, anémie et comme un cataplasme pour les maux rhumatismales (Al-Dissi *et al.*, 2001), anti-viral (Abad *et al.*, 2000), antifongique de différentes moisissures (Benhammou et Bekkara, 2005), anti-malaria (Waller *et al.*, 2003) et elle est utilisée pour traiter les blessures des animaux (Chahmi *et al.*., 2015).

CHAPITRE I

Etude du champignon *Botrytis cinerea*



Chapitre II : Etude du champignon *Botrytis cinerea*

1- Les champignons phytopathogènes

Ce sont des espèces de champignons parasites qui provoquent des maladies cryptogamiques chez les plantes. Ces champignons appartiennent aux différents groupes du règne des Eumycocètes ou « champignons vrais » : Ascomycètes, Basidiomycètes, Chytridiomycètes, Zygomycètes et Deutéromycètes (champignons imparfaits). Les agents pathogènes responsables de maladies cryptogamiques comprennent aussi des Protistes : Plasmodiophoramycètes, dont les genres les plus importants sont *Plasmodiophora* et *Spongospora*, et Oomycètes, qui comprennent notamment la famille des *Peronosporaceae* (agents des mildious) (Catherine et Roger, 2005).

2- Les dix principaux champignons phytopathogènes

Selon une enquête internationale menée en 2012 auprès de mycologues par la revue Molecular Plant Pathology, les dix espèces ou genres de champignons phytopathogènes les plus importants, en tenant compte tant des aspects scientifiques qu'économiques. Ces organismes pathogènes, dont six sur dix attaquent plus spécifiquement les cultures de céréales, seraient les suivants (Louise et Dandurand, 2013).

Magnaporthe oryzae : agent de la pyriculariose du riz.

Botrytis cinerea : agent de la pourriture grise.

Puccinia spp : agents de rouilles affectant notamment les *Poaceae* (dont les céréales et plus particulièrement le blé).

Fusarium graminearum : agent de la fusariose du maïs et de la fusariose ou gale du blé.

Fusarium oxysporum : agent de la fusariose vasculaire qui affecte de nombreuses plantes cultivées.

Blumeria graminis : agent de l'oïdium des céréales.

Mycosphaerella graminicola : agent de la septoriose du blé.

Colletotrichum spp : agents des anthracnoses affectant de nombreuses plantes, notamment arbres fruitiers, plantes maraîchères et ornementales, et causant des pertes post-récolte importantes chez les fruits et légumes entreposés.

Ustilago maydis : agent du charbon du maïs et organisme modèle pour la recherche en phytopathologie et en génétique des plantes.

Melampsora lini : agent de la rouille du lin, qui doit sa place dans le classement à son rôle de « système modèle » pour l'étude de l'immunité chez les plantes.

3- *Botrytis cinerea*, agent de la pourriture grise

3-1- Position taxonomique

Botrytis a été reconnu comme un genre par **Micheli en 1729** où il a été répertorié dans son livre «*Nova Plantarum Genera*». Le genre, redéfini en **1973 par Hennebert**, comprend 22 espèces dont la plupart ont un spectre d'hôtes restreint comme par exemple *B. tulipae* sévissant sur les tulipes, *B. fabae* sur les légumineuses ou *B. squamosa* sur les oignons (**Hennebert, 1973**). Au contraire, *B. cinerea* est ubiquiste et on dénombre de nombreuses espèces de plantes sur lesquelles il peut engendrer des dégâts sérieux avant et après la récolte. Le nom *Botrytis cinerea* a été donné par **Persoon en 1801** à un agent pathogène de la vigne. Il est phytopathogène, responsable de la pourriture grise, maladie cryptogamique qui sévit sur plusieurs cultures d'intérêt agronomique majeur comme la vigne, le tournesol, la tomate, la laitue, la fraise, ...etc, il est polyphage ubiquiste. C'est un champignon également responsable de la pourriture noble qui permet d'obtenir certains vins liquoreux, comme le sauternes ou le tokay. *Botrytis cinera*, est une espèce haploïde appartenant à la classification suivante (**Card, 2005**).

Règne : Fungi

Division : Ascomycota

Classe : Leotiomycetes

Ordre : Helotiales

Famille : *Sclerotiniaceae*

Genre : *Botrytis*

Nom binominal : *Botrytis cinera*

3-2- Description de la pourriture grise

Botrytis cinerea est un champignon ascomycète pathogène causant des maladies sur végétaux, polyphage, et ubiquiste et provoque des mortifications des tissus végétaux appelées nécrose affectant les organes aériens et fruits de plantes (**Blancard, 2009**). Ce champignon est responsable de pourriture sur un grand nombre de plantes hôtes d'importances économiques en agriculture (**Martinez et al ., 2005**). Cette maladie se développe plus facilement dans certaines circonstances liées aux conditions climatiques, à la sensibilité de la plante elle-même et aux facteurs culturaux (**Blancard, 2009**).

3-3- Gamme d'hôte

Botrytis cinerea est un champignon polyphage capable d'attaquer plus de 230 espèces de plantes (Jarvis, 1980). Il affecte de nombreuses productions végétales d'importance économique en culture sous serre ou en plein champ, comme par exemple : le raisin, la pomme, la poire, la cerise, la fraise et le kiwi en production fruitière, l'aubergine, la carotte, la laitue, le concombre, le poivron, la tomate, la courgette en production légumière ou des plantes ornementales comme la rose, le gerbera ou le cyclamen (Gullino, 1992).

3-4- Symptômes

Botrytis cinerea est responsable de la pourriture grise. Il s'attaque aux fleurs, aux pédoncules et aux fruits à toutes les étapes de leur croissance, entraînant ainsi leur pourriture et la formation d'une couche uniforme de matière soyeuse épaisse et grise qui abrite les spores (Agrios, 2005).

Pour de nombreux fruits et légumes, l'infection débute habituellement sur des fleurs affaiblies puis la pourriture se propage jusqu'à atteindre les fruits adjacents en formation, sur les pétales de fleurs, les symptômes varient de petites tâches à une décomposition généralisée, selon les conditions environnementales (Williamson *et al.*, 2007). Le processus se propage au pédoncule qui pourrit les bourgeons puis avance jusqu'à la destruction totale du fruit. Par conséquent, la tige pourrie devient succulente et molle. En conditions humides, les chancre sont recouverts d'un duvet mycélien sporulant provoquant ainsi la mort de la plante (Agrios, 2005).

3-5- Cycle de développement de la pourriture grise

Au cours de son cycle biologique, *B. cinerea* peut produire du mycélium, des spores asexuées ou conidies, des spores sexuées ainsi que des sclérotés (Fig 7).

Le mycélium de *B. cinerea* comprend des filaments articulés, grisâtres ou olivâtres, cylindriques, quelque fois vésiculeux au niveau de la cloison médiane, dont le diamètre varie considérablement suivant les conditions de développement des hyphes. Lorsque le mycélium est au stade de fructification, il produit des touffes de conidiophores grisâtres. Parfois, ce mode de multiplication peut disparaître et laisser place à une prolifération mycélienne blanche qui correspond à l'élongation d'hyphes grêles, hyalins qui se répandent sous forme de "toile" (Viennot-Bourgin, 1965). Le mycélium peut se conserver dans les débris de plantes de la culture précédente (Fig 7).

Lorsque les conditions deviennent favorables, *B. cinerea* fructifie pour donner des conidies (Fig 7), et leur développement se manifeste par la production de conidiophores dressés en touffes souvent étendues, constituant un feutrage intense gris. Les conidies prennent une part importante

dans la dissémination du champignon. Elles sont produites dès le printemps dans le cas de culture en plein champ. En revanche, elles peuvent être produites en continue, selon les conditions climatiques, dans le cas de cultures sous abris. Leur libération est favorisée par un climat humide, puis elles sont transportées par le vent, la pluie et les insectes (**Holz et al., 2004**).

En conditions défavorables au développement de mycélium et de conidies, des sclérotés se forment. Ils sont constitués par du mycélium agrégé blanchâtre. En vieillissant, ils durcissent et deviennent noirâtres. Ils sont composés d'un cortex de cellules épaisses formant une mince barrière de cellules pseudo-parenchymateuses et d'une large medulla centrale composée d'hyphes filamenteux (**Coley-Smith, 1980**). Au printemps, les sclérotés peuvent germer et produire du mycélium ou des conidies. Ils peuvent également être à l'origine de la formation des apothécies (**Coley-Smith et Cooke, 1971**).

Ces dernières contiennent des asques linéaires contenant eux-mêmes des ascospores (**Beever et Weeds, 2004**). Chaque asque contient quatre paires d'ascospores. Les noyaux de chaque paire d'ascospores sont génétiquement identiques car produits par une division mitotique de l'un des quatre produits de la méiose (**Faretra et Antonacci, 1987 ; Lorenz et Eichhorn, 1983**). Bien que les apothécies soient rarement observées au champ (**Faretra et Antonacci, 1987 ; Faretra et al., 1988**), certaines études montrent que les ascospores peuvent avoir une importance épidémiologique. Par exemple chez *B. cinerea*, les ascospores libérées des apothécies peuvent infecter les feuilles d'oignon au champ et par conséquent, servir de source d'inoculum primaire du champignon (**Lorbeer et al., 2004**). D'autre part, de récentes études de génétique des populations semblent indiquer que la reproduction sexuée est plus importante que généralement supposée (**Beever et Weeds, 2004**).

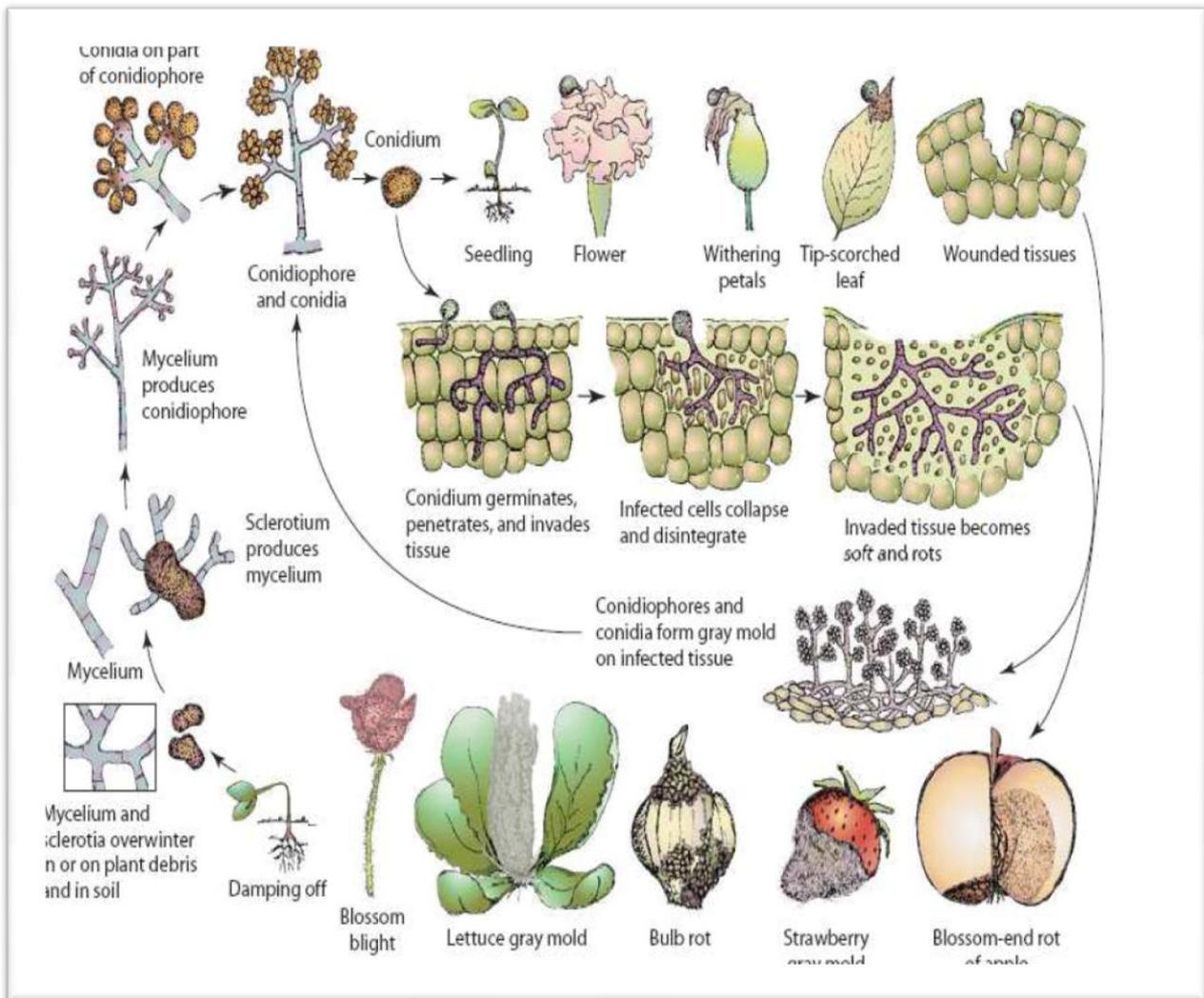


Figure 7. Cycle de développement (production asexuée) de *Botrytis cinerea* sur différentes cultures d'après Agrios (2005)

4- Méthodes de lutte contre le *Botrytis cinerea*

4-1- Lutte chimique

Les agriculteurs utilisent de manière conventionnelle de nombreux pesticides qu'ils répandent sur les cultures souvent de manière non raisonnée afin de lutter contre les bioagresseurs. Ainsi, l'utilisation fréquente des fongicides a conduit au développement de souches de bioagresseurs résistants (Wang *et al.*, 1986; Leroux *et al.*, 2002). En ce qui concerne la lutte contre *B. cinerea*, les agriculteurs utilisent généralement des fongicides (Tab 01), comme le : Signum®, Rovral® Aquaflo, Rovral® WG (iprodione), qui sont des fongicides communs avec d'autres champignons phytopathogènes et ayant une action générale. Mais ils utilisent également des fongicides ayant une action plus spécifique contre *Botrytis* comme le Scala® (pyriméthanyl) (Elad *et al.*, 2004, Charles *et al.*, 2000) ou cyprodinil (Couderchet, 2003).

Ces pesticides sont constitués le plus souvent de plusieurs matières actives ayant chacune des propriétés et des modes d'actions différents. Ex: Signum® est composé de deux matières actives aux propriétés complémentaires: la première est la pyraclostrobine, de la famille des strobilurines (QoI). La pyraclostrobine (QoI) inhibe la respiration mitochondriale, ce qui a pour effet de bloquer la production d'ATP, indispensable aux fonctions vitales du champignon (**Karadimos et al., 2005; Khana et Smith 2005**). La deuxième est le boscalide de la famille des carboxamides (SDHI) (**Avenot et al., 2009**). Ce dernier (SDHI) bloque deux voies biochimiques vitales chez le champignon : la dégradation ultime de molécules énergétiques au niveau du cycle de Krebs et le transport des électrons au sein du complexe II et donc la production d'ATP (**Avenot et al., 2009**).

Cependant, l'utilisation des pesticides dans la lutte contre les bioagresseurs génère énormément d'inconvénients qui ne sont malheureusement pas compensés par leur efficacité. En effet, l'emploi répété des substances actives peut générer l'apparition et l'extension rapide de souches de pathogènes résistantes (**Stammler et al., 2007 ; Veloukas et al., 2011**).

Tableau 01. Fongicides utilisés contre *Botrytis cinerea* et niveau de résistance

Classe de fongicide	Site cible / mode d'action	Risque de résistance
Dithiocarbamates (thiram, mancozeb)	Inhibiteur multisite; groupes Thiol	Faible
Phthalimides (captan)	Inhibiteur multisite; groupes Thiol	Faible
Benzimidazoles (carbendazim, thiophanate-methyl)	β -Tubulin	Haute
Dicarboximides (iprodione, vinchlozolinb)	Osmodétection Histidina kinase	Moyen à élevé
Anilinopyrimidines (cyprodinil, pyrimethanil)	Inconnu	Moyen
QoIs/strobilurins	Complexe Cytochrome bc1 (respiration)	Haute
Phenylpyrroles (fludioxonil)	Osmoregulation	Faible
Hydroxyanilides (fenhexamid)	3-Ketoreductase (biosynthèse de sterol)	Faible à moyen
SDHIs (boscalid)	Succinate dehydrogenase (respiration)	Moyen à élevé

Source: Hahn (2014).

De plus, l'apparition de résistances aux pesticides utilisés conduit à des pertes d'efficacités, à l'augmentation des doses appliquées et à terme, à l'abandon de substances actives pouvant entraîner des difficultés au niveau de la protection phytosanitaire dans certains cas (**Chapeland et al., 1999**).

Actuellement, on observe des résistances à la majorité des familles de fongicides utilisées contre *B. cinerea* (**Couderchet, 2003 ; Leroux, 2004**). Outre le fait d'engendrer des résistances, les pesticides polluent dangereusement l'environnement (**Pedigo et Higley 1992**). Il devient donc impératif de trouver des alternatives à ces pesticides non dangereuses pour l'environnement et la santé humaine (**Charles et al., 2008**).

4-2- Méthodes alternatives

Il existe des méthodes alternatives à la lutte chimique qui peuvent être efficaces sans polluer ni affecter la santé humaine mais qui restent cependant très peu utilisées. La gestion des maladies phytopathologiques par l'éloignement des pathogènes, la manipulation de l'environnement, la sélection conventionnelle et/ou le traitement avant la récolte avec des éliciteurs/activateurs de plantes, dont la plupart sont des composés phénoliques, peut conduire au contrôle des entités biotiques indésirables (Osorio *et al.*, 2007) et à l'amélioration de la santé humaine (Terry *et al.*, 2004).

4-2-1- Pratiques culturelles et mesures prophylactiques

Selon Bernard et Bugaret (2002) la prophylaxie en matière de protection des végétaux représente l'ensemble des mesures pouvant être conseillées afin de prévenir ou défavoriser l'installation d'un organisme nuisible et son développement dommageable sur un territoire déterminé. La prophylaxie repose sur des moyens directs visant à éloigner ou à combattre l'organisme indésirable en situation de nuire ou sur des mesures indirectes ayant pour objectif de minimiser ou de rendre impossible l'expression de la nuisibilité de l'organisme considéré.

Une gestion culturelle maîtrisée peut être un moyen puissant pour réduire de façon drastique les maladies chez les végétaux. Dans le cas de *Botrytis cinerea*, ces mesures consistent à une meilleure gestion de l'humidité et de la température autour des végétaux, à maîtriser l'entrée et l'accumulation d'inoculum (Elad and Shtienberg, 1995), à nettoyer les structures (serres), les équipements (caisses, petits outils) et le matériel agricole (rinçage des roues de tracteur), mais aussi en éliminant les plantes malades, les foyers de ravageurs et les déchets de cultures. Pareillement, une planification des rotations et des assolements permet de limiter les épidémies (Navarrete *et al.*, 2010).

4-2-2- Contrôle physiologique

En plus de l'oxygène, du dioxyde de carbone et de l'eau, les plantes ont besoin de plusieurs éléments minéraux pour une nutrition adéquate (Mengel et Kirkby, 2001). Une carence dans l'un de ces éléments minéraux réduit la croissance des plantes et le rendement des cultures. Les plantes acquièrent généralement leurs éléments minéraux à partir du sol. Il est reconnu depuis longtemps que l'état nutritionnel de la plante peut déterminer sa sensibilité ou sa résistance aux maladies. La colonisation des plantes par des agents pathogènes nécessite l'utilisation efficace des ressources disponibles dans les tissus hôtes (Snoeijers *et al.*, 2000). Les nutriments minéraux agissent sur le développement et la croissance de la plante, ils agissent sur la distribution des molécules qui peuvent être utilisées par le pathogène et ils stimulent les mécanismes de défense chez la plante. En particulier, l'azote influence fortement les interactions hôte-pathogènes (Huber et Watson, 1974). Il peut être favorable ou défavorable au développement de la maladie en fonction de l'agent

pathogène et de la plante. Pour certains agents pathogènes, une forte disponibilité en azote défavorise le développement de la maladie. **Hoffland et al., (1999)** ont montré qu'il y a une forte corrélation positive entre la sensibilité de la tomate à *B. cinerea* et le rapport C/N. Par exemple, les feuilles de tomates cultivées sous faible disponibilité en azote dont le rapport C/N est élevé (21 g/g) ont été environ 2,5 fois plus sensibles à la formation de lésion de *B. cinerea* que les feuilles dont le rapport C/N est faible (11 g/g) (**Hoffland et al., 1999**). Cette relation entre le rapport C/N et la sensibilité à *B. cinerea* s'explique par le fait que les feuilles avec C/N élevé contiennent plus de glucides solubles qui sont corrélés positivement avec la sensibilité au pathogène.

4-2-3- Utilisation des outils génétiques

La lutte génétique repose sur l'utilisation de variétés de plantes suffisamment résistantes pour assurer un contrôle durable des populations pathogènes. L'utilisation de gènes de résistance aux bioagresseurs est un moyen efficace et une méthode respectueuse de l'environnement pour la gestion de ces parasites. D'après **Dik et Wubben (2004)** il n'existe aucune variété commerciale résistante à la pourriture grise pour l'ensemble des cultures attaquées par le champignon. Cependant, de nombreuses plantes présentent des niveaux de sensibilité variable d'origine génétique. Chez la tomate, la résistance à *B. cinerea* est quantitative et liée à différents gènes de résistance chez l'hôte (**Dik and Wubben, 2004 ; Finkers et al., 2008**). Une résistance partielle liée à trois QTL a été identifiée chez une variété sauvage de la tomate *Solanum habrochaites* LYC4 (**Finkers et al., 2008**).

4-2-4- Protection biologique

L'objectif n'est pas de stopper totalement les maladies, mais plutôt de réguler leur progression de manière à les maintenir en-dessous d'un seuil acceptable. La définition officielle par l'OILB (Organisation Internationale de la Lutte Biologique) stipule que la protection biologique est «*l'utilisation d'organismes vivants pour prévenir ou réduire les dégâts causés par des ravageurs*». Cette méthode vise donc à identifier des auxiliaires efficaces et optimiser leur utilisation afin de lutter contre des espèces invasives et contre des organismes pathogènes difficilement maîtrisables par les luttes classiques.

a) Composés minéraux et organiques

Les composés minéraux et organiques peuvent être utilisés comme fongicides d'origine naturelle pour le contrôle des agents pathogènes des plantes (**Tripathi and Dubey, 2004**). Plusieurs sels comme le chlorure de calcium (CaCl_2), la carbonate de potassium (K_2CO_3), le bicarbonate de sodium (NaHCO_3) et le carbonate de sodium (Na_2CO_3) peuvent réduire la croissance mycélienne de *B. cinerea* in vitro sur un milieu glucose-agar (**Nigro et al., 2006**).

La carbonate de potassium, le bicarbonate de sodium et le carbonate de sodium ont montré un effet similaire in vivo avec réduction de l'incidence de la pourriture grise sur les baies de raisins (Nigro *et al.*, 2006). Le chitosan qui est une forme soluble de la chitine et ses dérivés est utilisé surtout comme agent de lutte contre *B. cinerea* en protection post-récolte. Ce produit induit une résistance dans le fruit et n'inhibe pas directement l'agent pathogène (El-Ghaouth *et al.*, 1997).

b) Agents microbiens

La protection biologique contre *B. cinerea* à l'aide de microorganismes antagonistes, champignons filamenteux, levures et bactéries, a été intensivement étudiée au cours des dernières décennies (Janisiewicz, 1998; Van Lenteren, 2000 ; Paulitz and Belanger, 2001 ; Mari *et al.*, 2003; Elmer and Reglinski, 2006; Droby *et al.*, 2009).

Des travaux menés par l'unité de Pathologie végétale de l'INRA d'Avignon depuis 1990 ont montré que le champignon *Microdochium dimerum*, a une bonne efficacité pour protéger les plaies d'effeuillage et les feuilles de plants de tomates contre les attaques de *B. cinerea* en cultures sous abris (Bardin *et al.*, 2008; Nicot *et al.*, 2003). Un certain nombre de levures (dont *Pichia* et *Rhodotorula*) et de bactéries (dont *Bacillus* et *Pseudomonas*) ont également été signalées pour leur efficacité dans le contrôle de *B. cinerea* en traitement post-récolte (Buck and Jeffers, 2004 ; De Meyer and Hofte, 1997; Elad *et al.*, 1994b; Guetsky *et al.*, 2002). Il a été rapporté aussi que l'une des alternatives bio-contrôle est l'utilisation de *Bacillus subtilis* contre *B. cinerea* chez le fraisier (Sutton & Peng, 1993; Hang *et al.*, 2005; Donmez *et al.*, 2011), la laitue (Fiddaman *et al.*, 2000; Arkhipova *et al.*, 2005; Srimai and Akarapisarn 2014), la vigne (Magnin *et al.*, 2007), la pomme (Touré *et al.*, 2004), l'avocat (Korsten and De Jager 1995), le haricot (Ongena *et al.*, 2007) et la tomate (Siripornvisal 2010).

c) Extraits de plantes

Le contrôle des bioagresseurs par des extraits végétaux (biopesticides) a longtemps été réalisé de manière traditionnelle et donc leur utilisation repose souvent sur des bases empiriques. En ce qui concerne *B. cinerea*, un extrait de feuilles de la Renouée de Sakhaline (*Reynoutria sachalinensis*) a été décrit comme un éliciteur de défense de la vigne contre *B. cinerea* (Carlen *et al.*, 2003). Le mélange d'extraits d'algues et de chlorure d'aluminium (AlCl₃), contenus dans le produit Synermix, induit l'accumulation de resvératrol, composé phénolique antimicrobien, dans les feuilles de vigne (Jeandet *et al.*, 2000; Jeandet *et al.*, 1996). La propolis est une résine végétale utilisée par les abeilles comme anti-infectieux pour assainir la ruche. De consistance visqueuse, elle est recueillie par les abeilles sur certaines parties des végétaux. Elle est produite sur certains conifères et sur les bourgeons de plusieurs espèces d'arbre. La propolis contient des protéines, des acides aminés, des vitamines, des minéraux et des flavonoïdes (Marcucci, 1995). Elle a une activité antibiotique,

antibactérienne et antifongique (**Tosi et al., 1996**). Cependant un point limitant dans l'utilisation de ces molécules est lié à la difficulté de leurs productions en grandes quantités et leur formulation.

Suite au développement technologique, et à l'évolution des techniques d'extraction et d'analyse, les scientifiques ont découverts qu'un grand nombre de substances naturelles peuvent être utilisées comme produit de biocontrôle. Substances présentes dans le milieu naturel et pouvant être d'origine végétale, animale ou minérale. Ces substances peuvent se substituer à des pesticides de synthèse et ainsi limiter leur utilisation. Elles présentent en effet dans la plupart des cas un avantage en matière de durée de demi-vie assez courte ce qui limite les résidus dans les denrées alimentaires et leur persistance dans l'environnement. Leur utilisation est de plus intéressante dans le cadre de la gestion des résistances car leurs modes d'action sont généralement différents de ceux des pesticides de synthèse (**Berger et Delval, 2018**).

La plante, a depuis longtemps constituée un grand potentiel aux différentes civilisations et sociétés humaines. Outre son rôle alimentaire, médicinal, social, culturel et socio-économique, elle a été utilisée, ainsi que ses dérivés utilisés pour la conservation ou pour la protection des récoltes et des plantes en végétation.

Parmi les produits naturels issus des plantes, et qu'on utilise en médecine, cosmétique, parfumerie, pharmacie et en lutte contre les déprédateurs des cultures ; nous citons les huiles essentielles (HE), les poudres (feuilles, écorces, racines, ...), ainsi que les extraits aqueux. Les substances naturelles issues des végétaux ont des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie : en alimentation, en cosmétologie et en dermatopharmacie.

L'efficacité immédiate des pesticides de synthèse fait oublier aux producteurs les risques sanitaires associés à leur utilisation : irritation cutanée, maux de tête, toux, vertige, troubles respiratoires, fatigue, diarrhée, ...etc. sont autant de symptômes d'intoxication dus à l'usage de ces pesticides. Des résidus de substances actives sont détectés dans divers produits agricoles, parfois à des quantités dépassant les limites maximales de résidus (LMR) fixées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (**Yarou et al., 2017**).

La pollution environnementale, quant à elle, résulte aussi bien des effets de surdosage que de la mauvaise gestion des emballages. Plusieurs travaux ont révélés la présence des résidus de pesticides dans les eaux de puits et dans les nappes phréatiques ainsi que les cours d'eau adjacents les parcelles agricoles. L'utilisation quotidienne de ces produits (légumes, eaux, produits aquatiques) contaminés avec des pesticides constitue sans doute l'un des principaux facteurs de risque d'intoxication pour les consommateurs (**Yarou et al., 2017**).

c-1- Les huiles essentielles et autres produits dérivés de plantes

Les HE sont obtenues par hydrodistillation à partir des organes des plantes (feuilles, fleurs, graines, ...). Elles sont employées à diverses fins dont la médecine, la parfumerie, la cosmétique et la lutte contre les microorganismes (bactéries et champignons) et les insectes. Ces huiles ont prouvées leur efficacité comme : insectifuges et/ou insecticides, antifongiques (**Bonzi, 2007**).

Les poudres issues des feuilles et des graines de quelques plantes, ont démontré leur efficacité dans le traitement et la conservation des semences et des grains stockés contre les insectes, ainsi que sur la germination des spores de certains champignons phytopathogènes (**Bonzi, 2007**).

c-2- Les extraits aqueux des plantes

Ces extraits aqueux, sont obtenus par :

- Immersion d'une plante dans un solvant (eau, alcool) ;
- Distillation, afin que le végétal libère les éléments minéraux et les molécules complexes qu'il contient.

Ces produits dérivés des plantes ; généralement à usage thérapeutique, médicinale et alimentaire, ont –à travers plusieurs travaux de recherche- prouvé d'importantes capacités biocides, dans la lutte contre les différents types de bioagresseurs des cultures (insectes, bactéries, champignons, nématodes, plantes adventices). Un regain d'intérêt vis-à-vis de ces produits a été stimulé par ; le développement de l'agriculture biodynamique, ainsi que la recherche d'alternatives aux produits phytosanitaires de synthèse (**Duval-Chaboussou, 2017**).

c-3- Avantages des extraits de plantes

L'emploi des extraits de plantes comporte des avantages certains. Avec l'augmentation des prix des produits chimiques et la rareté de ces produits sur les marchés locaux, 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. 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. 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 (**Bonzi, 2007**).

Les travaux menés sur les plantes et leurs produits dérivés, ont démontré que généralement, ils sont moins dangereux que les pesticides de synthèse ; même si certains extraits de plantes comme la nicotine peuvent être toxiques à certaines doses sur les organismes vivants. La décomposition assez rapide et la faible action polluante sont des avantages des extraits de plantes. Dans certaines

conditions, les extraits de plantes peuvent avoir une efficacité comparable à celle des insecticides classiques. Si cette dernière efficacité n'est pas complète, elle peut néanmoins permettre de maintenir la population des ravageurs en dessous du seuil de nuisibilité et réduire l'usage des pesticides de synthèse utilisés. En termes de résidus de pesticides, la qualité sanitaire des cultures est ainsi améliorée, ce qui peut minimiser les risques d'intoxication des populations. Les produits naturels issus des plantes peuvent aussi permettre d'accroître les rendements avec un rapport cout/bénéfice comparable à celui des pesticides de synthèse (**Yarou *et al.*, 2017**).

2^{ème} Partie

Etude expérimental

CHAPITRE III

Matériel et méthodes

The image features the text 'CHAPITRE III' and 'Matériel et méthodes' in a bold, sans-serif font. The text is rendered in a light gray color with a slight gradient. Below the text, there is a dark gray, fan-like shadow effect that tapers to a point at the bottom center, creating a sense of depth and perspective. The background is plain white.

2^{ème} partie : Etude Expérimentale

Chapitre III : Matériel et Méthodes

Notre travail consiste à évaluer l'activité antifongique de l'extrait d'*Inula viscosa* L., récoltée dans la région de Oudjana-Taher- Jijel. L'ensemble des manipulations est réalisé au niveau du laboratoire de Biologie de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie- Université de Jijel.

1- Matériel Végétal : L'espèce *Inula viscosa* L. (ex *Dittrichia viscosa* L.)

1-1- Récolte

La récolte des plantes de l'espèce *Inula viscosa* L. (ex *Dittrichia viscosa* L.) a été faite dans la région d'Oudjana-Taher-Jijel (**Fig 8**), dont les caractéristiques de la station sont présentées dans le tableau (**Tab 02**). La cueillette de la partie aérienne de la plante (tiges et feuilles), a été faite manuellement durant le mois de Mars 2019 (**Fig 9**).



Figure 8. Carte géographique de la station de prélèvement à Oudjana-Taher-Jijel (1)

Tableau 02. Coordonnées géographiques de la station Oudjana (2)

Station de récolte	Climat Oudjana	Latitude Nord	Longitude Est	Altitude Oudjana	Période de la récolte
Oudjana	Climat méditerranéen avec été chaud	36.7073	5.89489 36° 42' 26" Nord 5° 53' 42" Est	317 m	Mois de mars 2019



Figure 9. Espèce *Inula viscosa* L. : a) la plante sur terrain ; b) la cueillette de la plante. (Photos originales)

1-2- Préparation

1-2-1- Séchage

Les feuilles d'*Inula viscosa* L. ont été séchées à l'air libre, à l'ombre et à une température ambiante (25°C). Le temps de séchage est 17 jours (**Fig 10**).



Feuilles fraîches

Feuilles séchées

Figure 10. Feuilles d'*Inula viscosa* L. : a) feuilles fraîches ; b) feuilles séchées. (Photos originales)

a) Détermination de la teneur en eau des feuilles et des tiges fraîches

5.52 kg de feuilles et des tiges de l'espèce *Inula viscosa* L. ont été pesées avant et après le séchage afin de déterminer la teneur en eau de l'échantillon, en appliquant la formule ci-dessous (Lorient, 1994) :

$$H \% = (M1 - M2) / M1 * 100$$

Où :

H%: Taux d'humidité exprimé en pourcentage.

M1 : Poids de l'échantillon en kilogramme après la récolte (plante fraîche).

M2 : Poids de l'échantillon en kilogramme après le séchage (plante sèche).

1-2-2- Broyage

La partie aérienne de la plante séchée, composées les feuilles et les tiges de la partie aérienne, ont été coupées et broyées en utilisant un broyeur électrique, jusqu'à l'obtention d'une poudre fine.

1-2-3- Tamisage

La poudre issue du broyage des feuilles et des tiges séchées, a été tamisée dans un tamis à mailles 250 µm afin d'obtenir une poudre fine qui a été utilisée plus tard dans la phase d'extraction (Fig 11).



Figure 11. Poudre végétale : a) avant tamisage ; b) après tamisage. (Photos originales)

1-3- méthode d'extraction

Différentes méthodes sont mises en œuvre pour l'extraction des essences végétales. En général le choix de la méthode d'extraction dépendra de la nature de matériel végétal à traiter (tiges, feuilles), et de la nature du composé.

Les principales méthodes d'extraction existantes sont (**Marie, 2005**) :

- Distillation à vapeur saturée
- Entraînement à la vapeur d'eau
- Hydro diffusion
- Expression à froid
- Extraction par solvant
- Hydro distillation
- Extraction par les corps gras
- Extraction par micro-onde

1-3-4-1- Extraction par solvant

a) Principe

Elle consiste à faire passer, par solubilisation la poudre de la plante étudiée dans un solvant. Celui-ci peut être de l'eau ou d'autres solvants organiques comme: le méthanol, l'éthanol, le cyclohexane, l'éther de pétrole, le toluène, etc. Elle peut se faire directement par le solvant d'extraction ou en faisant intervenir d'abord l'eau. On fait alors agir le solvant sur une décoction, une infusion ou une macération (**Bégin et Gérin 2002**).

b) Méthodologie

La poudre issue du broyage et du tamisage des feuilles et des tiges d'*Inula viscosa* L. séchées, est soumise à une opération d'extraction de ses composés bioactifs avec le méthanol et l'eau distillée selon la technique appliquée par (**Laginika, 2005**) : 20 g de poudre, ont été macérés dans 200 ml de mélange hydro-alcoolique [Méthanol (120 ml)-Eau distillée (80 ml)]. Après 24h de macération, le mélange a été agité à température 40°C, puis filtré avec papier Whatman N°1. Le filtrat a été centrifugé à 3000 tours / min pendant 10 minutes à 25°C. L'extrait hydro-méthanolique brut obtenu est passé au rota-vapeur à une température de 60°C, afin d'évaporer et récupérer le méthanol (**Fig 12**). Le résidu sec dans le ballon du rota-vapeur a été repris par 20 ml de méthanol, dont 15 ml ont été laissés sécher à l'air libre pour faire après l'activité antifongique. alors que les 5 ml sont laissés décantés, puis filtrés plusieurs fois et conservés jusqu'à leur analyse par CPG-MS (**Djeridane et al ., 2006**) (**Fig 13**).

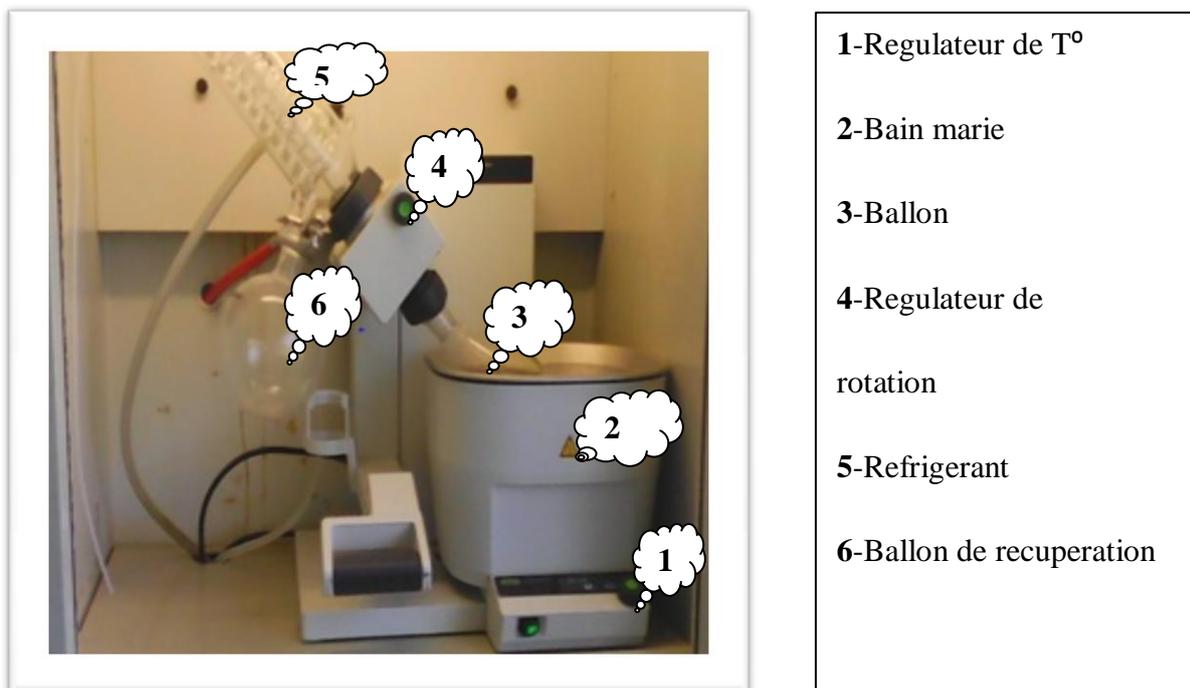


Figure 12. Montage de Rota-vapeur utilisé pour obtenir le résidu sec (Photo originale)

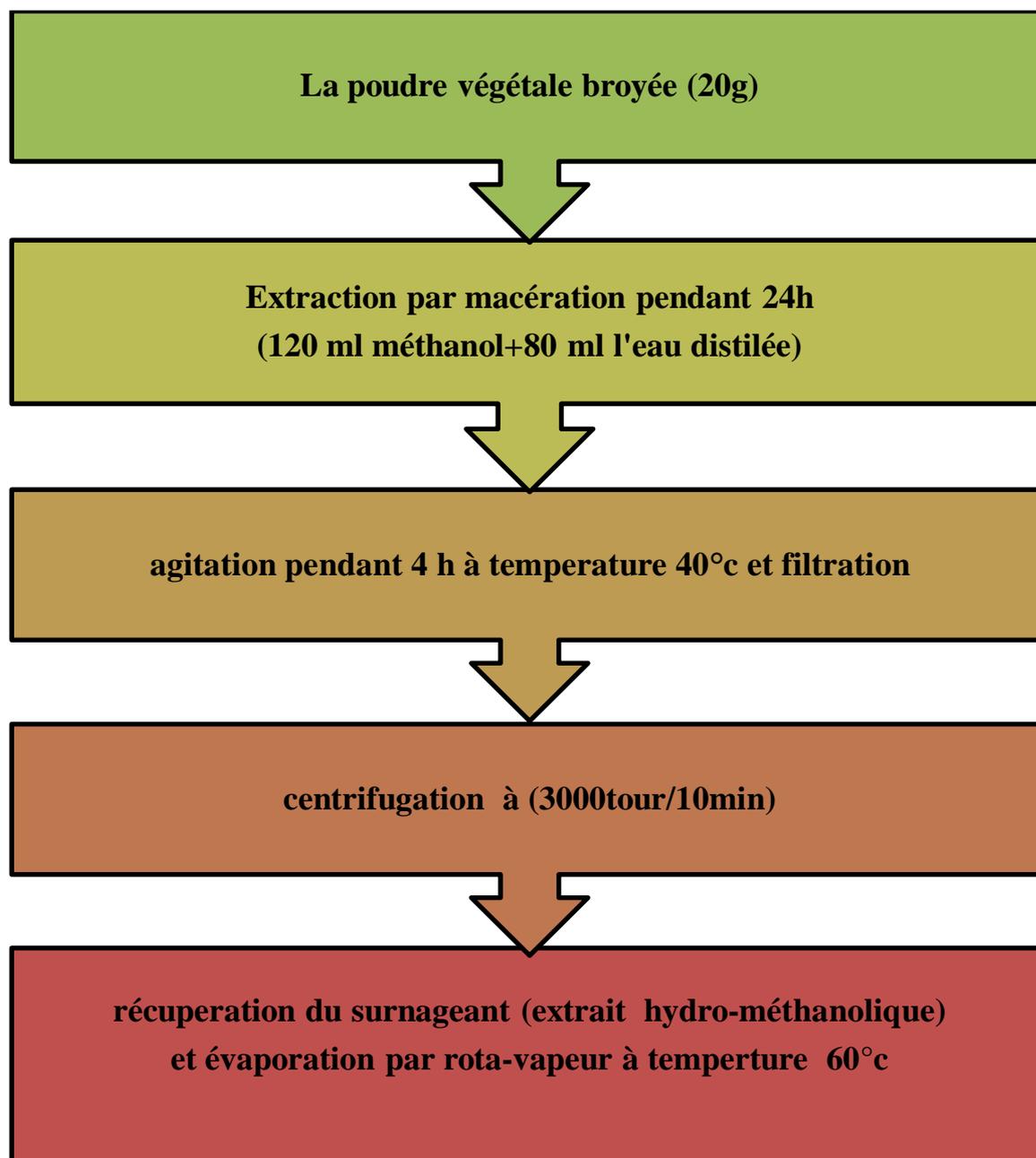


Figure13. Protocole de l'extraction et l'obtention de l'extrait sec (résidu sec) d'*Inula viscosa* L.

1-3-5- Rendement

Le rendement de l'extraction des feuilles et tiges de l'espèce *Inula viscosa L.* est déterminé par le rapport du poids de l'extrait sec (résidu sec) après évaporation sur le poids de la matière végétale séchée utilisée pour l'extraction, multiplié par 100% (**Bekhechi- Benhabib, 2001**).

$$R\% = (m_1 \times 100) / m_0$$

On a :

m_1 : masse en gramme de l'extrait sec.

m_0 : masse en gramme de la matière végétale sèche (poudre).

R : rendement.

1-3-5- Analyse qualitative par CPG

La chromatographie en phase gazeuse - Spectrométrie de masse (GC-MS, d'après l'anglais « *Gas Chromatography Mass Spectrometry* ») est une technique d'analyse et de quantification des composés organiques volatiles et semi-volatiles (**Fig14**).

La chromatographie en phase gazeuse (GC ou CPG), sert à scinder les mélanges pour en faire des composants individuels au moyen d'une colonne capillaire à température contrôlée. Les petites molécules, qui ont des stades d'ébullition bas, descendent le long de la colonne plus rapidement que les grandes molécules, qui ont des stades d'ébullition hauts. Alors que la spectrométrie de masse (MS) sert à identifier les diverses composantes dans leur spectre de masse. Chaque composant a un spectre de masse unique, ou quasi unique, que l'on peut comparer avec des bases de données de spectres de masse, ce qui permet de les identifier.

Cette technique a été développée par A.J.P MARTIN et R.L.M. SYNGE, récipiendaires du Prix Nobel de chimie 1952 pour l'invention de la chromatographie de partage. Elle est utilisée dans des domaines très variés, tels que la parfumerie, l'œnologie, l'industrie pétrolière, la biologie, la chimie fine et l'industrie des matières plastiques (**Vilain et al., 2017**).



Figure 14. Appareil de chromatographie en phase gazeuse (CPG)(photo prise au niveau du laboratoire de biologie de la faculté SNV-Jijel) (Photo originale)

2- Matériel Fongique : *Botrytis cinerea*

2-1- Échantillonnage

Le matériel fongique qui servira à notre étude au laboratoire, a été pris dans un fraisier d'une exploitation agricole dans la zone d'Emir Abdelkader-Jijel. L'échantillonnage que nous avons adopté pour recueillir notre champignon, est la procédure classique du choix aléatoire des fraises attaquées et présentant les symptômes de la pourriture grise, causée par notre champignon, à savoir *Botrytis cinerea* (**Fig 15**).



Figure 15. Fraises attaqués dans le champ : a) champ de fraise Emir Abdelkader; b) et c) fruits de fraise attaqués par *Botrytis cinerea*

2-2- Isolement et purification

Les fruits récoltés sur terrain, présentant les symptômes de la pourriture grise causée par *Botrytis cinerea*, ont été coupés dans les zones atteintes en petits morceaux d'ordre 2x2mm. Les morceaux obtenus ont été désinfectés par l'eau de javel 12°, rincés à l'eau distillée stérile et séchés dans des papiers filtres.

Parallèlement à l'opération de préparation des morceaux infectés, le milieu de culture Sabouraud a été fondu, puis versé dans des boîtes de Pétri.

Après refroidissement du milieu de culture, trois morceaux infectés ont été déposés sur la surface du milieu de chaque boîte (six boîtes ont été préparées).

A la fin, les boîtes sont incubées dans une étuve à température 25°C pendant 7 jours.

Après développement du champignon dans les boîtes incubées, des disques mycéliennes (d=4mm) ont été coupés par une pipette de Pasteur, et déposés sur la surface d'autres boîtes de Pétri contenant le même milieu de culture Sabouraud, un seul disque pour chaque boîte. A la fin les boîtes sont incubées à température 25°C. Cette opération, c'est une purification du champignon ciblé par notre étude (*Botrytis cinerea*) (**Botton et al., 1990**).

2-3- Identification

L'identification des moisissures fait, essentiellement, appel aux caractères cultureux (Identification macroscopique) et à la morphologie (Identification microscopique) mais rarement à des propriétés biochimiques (**Botton et al., 1990**).

2-3-1- Identification Macroscopique

Les caractères morphologiques et cultureux sont déterminés après ensemencement des souches pures sur le milieu de culture, et qui dépendent de la durée et de la température d'incubation. L'identification se fait à l'œil nu et elle se base essentiellement sur les caractères suivants (**Botton et al., 1990**) : la forme, la couleur, l'aspect de la surface.

2-3-2- Identification Microscopique

L'identification microscopique est effectuée par un prélèvement d'un petit fragment mycélien à l'aide d'une anse en platine stérile et le déposer sur une lame propre, en lui ajoutant une gouttelette d'eau distillée, ensuite recouvert d'une lamelle. L'observation est effectuée au microscope optique aux différents grossissements ($\times 10$, $\times 40$) ainsi qu'à l'immersion ($\times 100$).

D'après **Guiraud (2003)**, l'étude microscopique du mycélium se réfère essentiellement aux caractéristiques : Hyphes cloisonnés ou non ; Couleur des filaments mycéliens ; Mode de ramification des cloisons ; Différenciation des thallospores.

3- Activité Antifongique

C'est une interaction entre l'extrait aqueux de l'espèce *Inula viscosa* L et le champignon *Botrytis cinerea* dans le but d'estimer l'effet inhibiteur de l'extrait au champignon s'il existe.

La méthode qu'on a utilisée, c'est une diffusion direct dans le milieu nutritif, appelée contact direct (**fandohan et al., 2004**).

3-1- Préparation de l'extrait aqueux

L'extrait aqueux qui sera utilisé dans notre étude, est préparé dans une solution issue du mélange de 0.75 mg de résidu sec d'extrait et 15 ml d'eau distillé, le tout mélangé jusqu'à homogénéisation pendant 2 mn.

3-2- Préparation des dilutions

La détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) de l'extrait aqueux est réalisée par la méthode de dilution en milieu gélosé. Des dilutions ont été effectuées dans une gamme de concentration de 100%, 75%, 50%, 25%, de l'extrait à tester (**Tab 03 ; Fig 16**).

Tableau 03. Valeurs des dilutions utilisées pour déterminer les CMI

Concentrations (%)	100	75	50	25
Volume de l'extrait (ml)	5	3.75	2.5	1.25
Volume de l'eau distillée (ml)	0	1.25	2.5	3.75



Figure 16. Série de dilutions préparées à partir de la solution mère de l'extrait brut aqueux d'*I. viscosa* L.

3-3- Ensemencement et incubation des boîtes de Pétri

Soit pour un test préliminaire pour connaître l'effet inhibiteur ou non de l'extrait brut aqueux concentré (100 %), ou un test par des dilutions (75, 50, 25 %) du même extrait pour chercher la concentration minimale inhibitrice (CMI), nous avons procédé presque les mêmes étapes : le milieu de culture Saboraud a été fondu, et transvasé dans des boîtes de Pétri. Chaque concentration de l'extrait brut aqueux a été diffusée sur la surface du milieu de culture dans 4 boîtes de Pétri. A l'aide d'une anse en platine l'ensemencement des disques mycéliens (d=4mm) a été acquis au centre des boîtes. Les boîtes préparées ont été fermées et incubées à température 25°C pendant 7 jours (Fig 17).

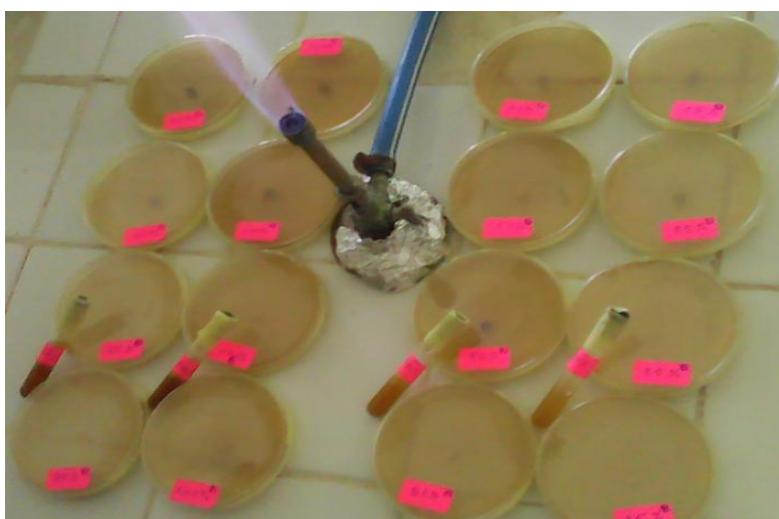


Figure 17. L'agent pathogène ensemencé dans des boîtes de Pétri contenant le MC (Saboroud) + l'extrait

4- Analyse statistique

Les résultats obtenus au laboratoire, sur l'échantillon ayant fait l'objet de notre étude, sont confrontés à une analyse statistique classique, qui nous permettra de mesurer et d'évaluer le degré de fiabilité et de certitude de nos résultats expérimentaux, et ainsi d'avoir une idée la plus réelle possible de l'effet de l'extrait d'*Inula viscosa* L. sur la croissance et le développement de *Botrytis cinerea*.

Cette analyse statistique s'est basée sur le calcul de l'erreur standard à la moyenne (ESM) et qui nécessite préalablement le calcul de la somme et de la moyenne (\bar{X}).

Analyse de la variance à un facteur

Pour la comparaison statistique de l'effet des différentes concentrations de l'extrait d'*I. viscosa*, sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea*, nous procéderons à une analyse de la variance à un facteur (ANOVA). Les effets sont estimés à deux seuils de signification avec :

- 1- Effet significatif ; $P < 0.05$.
- 2- Effet très significatif ; $P < 0.01$.

NS : Effet non significatif

L'ANOVA, nous permettra de tester la validité de deux hypothèses ; à savoir :

- **H₀** : il y'a une différence significative de l'effet de la concentration de l'extrait sur la croissance mycélienne
- **H₁** : il n'y a pas de différence significative de l'effet de la concentration de l'extrait sur la croissance mycélienne.

CHAPITRE IV

Résultats et Discussion

The text is rendered in a 3D, embossed style with a dark grey shadow beneath it. The letters are white with a slight gradient. The background behind the text consists of a series of dark grey, fan-like rays radiating from a central point at the bottom, creating a sense of depth and focus on the text.

Chapitre IV : Résultats et Discussion

Dans ce chapitre, nous exposerons les résultats obtenus des travaux pratiques qu'on a réalisés dans notre étude.

1- Matériel Végétal : L'espèce *Inula viscosa* L. (ex *Dittrichia viscosa* L.)

1-1- Détermination de la teneur en eau des feuilles et des tiges fraîches

Le poids initial de notre échantillon frais ; constitué des feuilles et des tiges, équivaux à 5.52 kg. Après séchage à l'air libre, l'échantillon frais, nous a procuré 0.978 kg de matière sèche, ce qui donne un taux d'humidité de l'ordre de 82.28 % (**Fig 18; Annexe 01**).

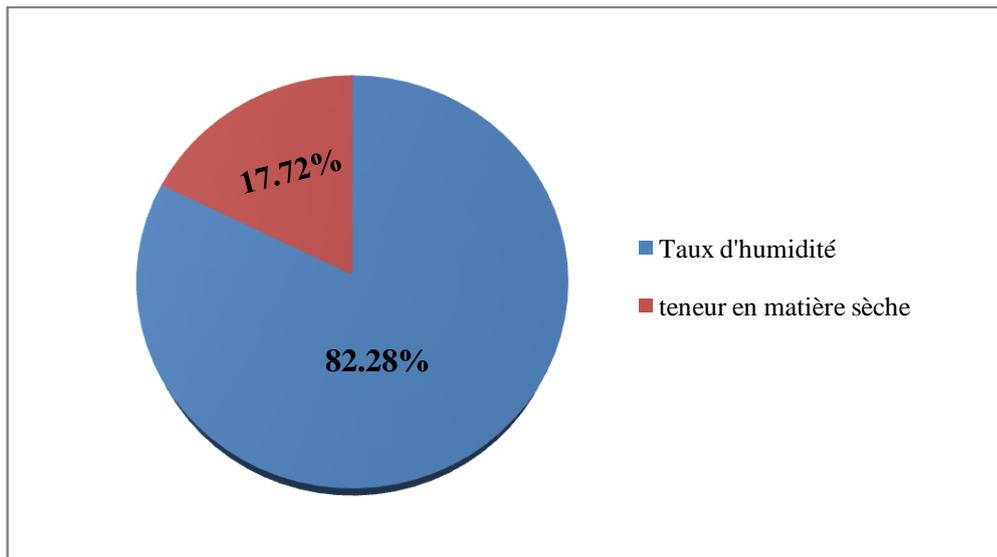


Figure 18. Tenure en eau des feuilles et des tiges de la plante d'*Inula viscosa* L.

Ce taux très élevé, peut être expliqué par la date de récolte de notre échantillon frais qui coïncide avec la saison pluvieuse. Cela signifie que la majeure partie de la plante est constituée d'eau.

selon **Remli (2013)**, a trouvé un pourcentage important d'eau (85%) dans les feuilles d'*Inula viscosa* L. récoltées à Oran. Selon **Paris et Moyse (1965)**, les plantes fraîches renferment une teneur en eau allant de 60% à 80%. D'autre part, la richesse en eau peut être attribué au facteur variétal, à l'époque de maturation et de récolte et aux caractéristiques pédoclimatiques (**Ghestman et al. 2001**).

1-2- L'extraction

1-2-1- Le rendement

La macération dans la solution hydro- méthanol de 20 g de la poudre des feuilles et des tiges d'*Inula viscosa* L., nous a permis l'obtention de 6.81 g d'extrait brut sec (résidu brut sec), soit un rendement de 34.08 % (**Fig 19 ; Annexe 02**).

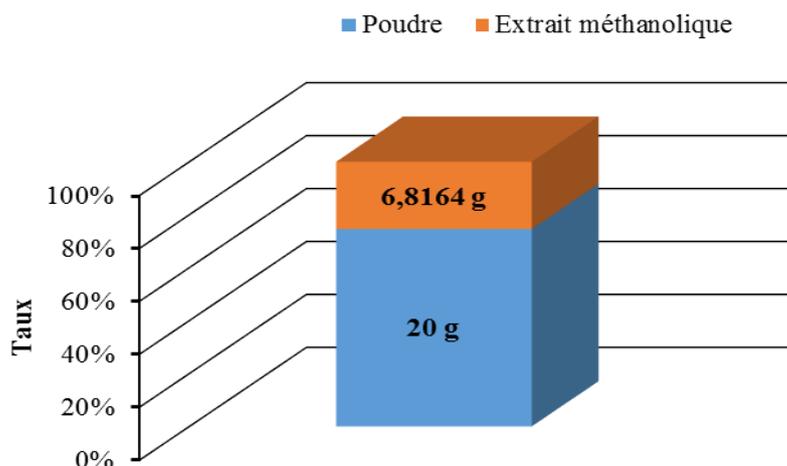


Figure 19. Rendement de l'extraction des feuilles et des tiges d'*Inula viscosa* L.

C'est un taux (34,08%) supérieur aux valeurs (23.90, 20.08 et 13.35%) du rendement trouvé par les chercheurs Marocains **Chahmi et al. (2015)**, ayant travaillé sur la même espèce, originaire de trois régions marocaines. En effet, le rendement est relatif, il dépend de la méthode et des conditions dans lesquelles l'extraction a été faite. Autrement, cette différence peut être due à la nature de la matière végétale (**Smith et al., 2001**). Une varie en fonction de l'organe récolté, de la période, ainsi qu'au mode de la récolte. Elle est étroitement liée aux facteurs édapho-climatiques du milieu (pluviométrie, altitude, latitude et la nature du sol). Le mode de stockage et le conditionnement influent aussi sur le rendement (**Lee et al., 2003**).

1-2-2- Propriétés organoleptiques

Selon la **Fig (20)** et le **Tab (04)**, l'extrait d'*Inula viscosa* L. a une couleur marron foncé avec une forte odeur et un aspect visqueux.

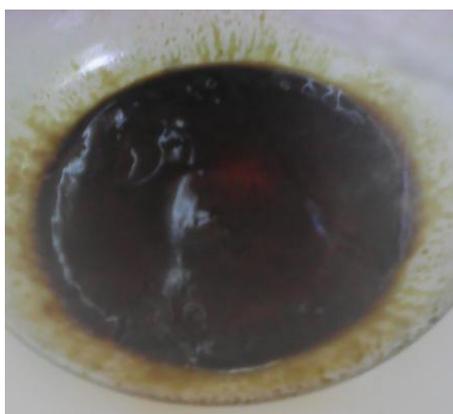


Figure 20. Extraits brut sec (résidu sec) d'*Inula viscosa* L.

Tableau 04. Propriétés organoleptiques de l'extrait d'*Inula viscosa* L

Propriétés physiques	Odeur	Couleur	Aspect
Extrait d' <i>Inula viscosa</i> L.	Forte odeur	Marron foncé	visqueux

1-2-3- Analyse qualitative par la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG/SM)

L'analyse de l'extrait d'*Inula viscosa* L. étudiée a été réalisée à l'aide d'une chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse (CPG-SM), afin d'optimiser la séparation des molécules constituants de l'extrait, ont permis d'identifier 17 composés, aussi bien les composés majoritaires que minoritaires (**Tab 05 ; annexe 03**).

Tableau 05. Composants chimiques majeurs de l'extrait d'*Inula viscosa* L.

Constituants majeurs	Pourcentage %	R.Time
Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	1.79	6.493
Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-	11.72	23.296
Bergamotol, Z-alpha-trans-	1.22	36.750
Phenol, 4,4'-(methylethylidene)bis[2,6-dimethyl-	8.20	40.386
Hexadecanoic acid, methyl ester	3.26	40.877
Phthalic acid, 2,7-dimethyloct-7-en-5yn-4-yl isobutyl ester	2.00	41.921
2H,8H-Benzol[1,2-b :5,4-b']dipyran-10-propanoic acid, 5-methoxy-2,2,8,8-tetramethyl-, methyl ester	2.21	42.628

8-Octadecenoic acid, methyl ester,(E)-	20.17	44.588
9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-,methyl ester	26.34	44.666
Heptadecanoic acid, 16-methyl- methyl ester	3.08	44.906
9, 12,15-Octadecatrienoic acid,ethyl ester, (Z,Z,Z)	5.65	44.968
Eicosanoic acid, methyl ester	3.77	48.421
2H-Cyclohepta[b]furan-2-one,3,3a,4,7,8,8a-hexahydro-7-methyl-3-methylene-6-(3-oxobutyl)-,[3aR-(3a.alpha.,7.be	7.72	51.103

1- Matériel Fongique : *Botrytis cinerea*

2-1- Isolement et purification

On a obtenu après 7 jours d'incubation à température 25°C des colonies impropres après isolement (**Fig 21**), et des colonies bien propres homogènes après purification (**Fig 22**).



Figure 21. Colonies impropres du champignon *Botrytis cinerea*

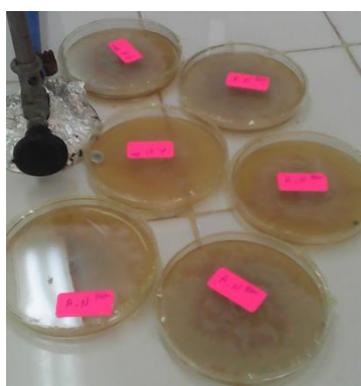


Figure 22. Colonies propres homogènes du champignon *Botrytis cinerea*

2-2- Identification du champignon

2-2-1- Identification macroscopique

L'identification macroscopique est basée sur la morphologie de la colonie fongique : la couleur est blanche, s'est modifiée en grise foncée avec l'âge, son aspect est cotonique (**Fig 23**).

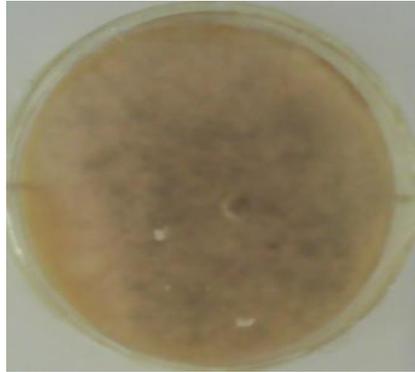


Figure 23. La colonie du champignon *Botrytis cinerea*

2-2-2- Identification microscopique

L'identification microscopique est concernée la morphologie du champignon sous microscope : le mycélium est cloisonné, sous forme des branches et (**Fig 24**), s'étend par des conidiophores portant des conidies ovoïdes (**Fig 25**).

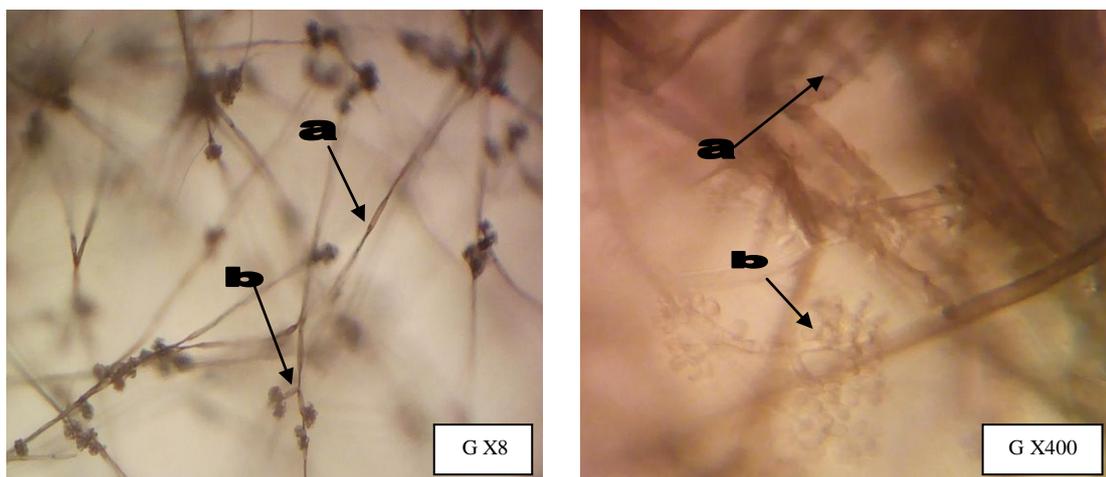


Figure 24. Le mycélium de *Botrytis cinerea* : a) hyphae cloisonnée ; b) conidiophore avec des spores

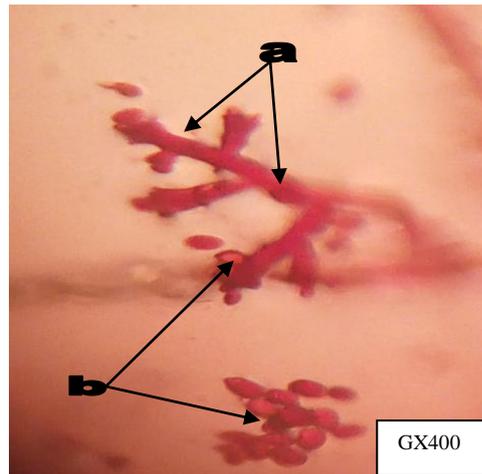


Figure 25. Les conidiophores et conidies : a) Conidiophores ; b) Conidies

2- L'activité Antifongique

3-1- Test préliminaire

Le traitement du champignon *Botrytis cinerea* par l'extrait brut aqueux concentré d'*Inula viscosa* L. a donné une croissance moyenne de 32.5 mm après 7 jours d'incubation à température 25°C, qui correspondre à un diamètre d'inhibition de 57.5 mm (**Fig 26**).

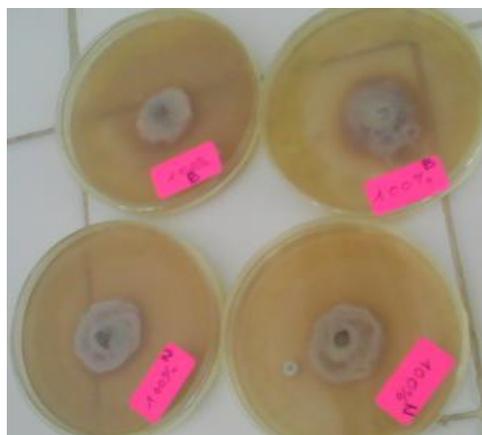


Figure 26. L'effet de l'extrait brut aqueux sur la croissance du champignon *Botrytis cinerea*

Ce résultat est positif, signifie que l'extrait brut aqueux d'*Inula viscosa* L. a un effet sur la croissance du champignon *Botrytis cinerea*, ou bien il y a une activité antifongique importante peut être due aux composés (flavonoïde monoterpène, phénol monoterpénoïde, sesquiterpène, biphénol, la famille des acides propénoïques, un acide gras ethyl ester ou acide linoléique, méthyle arachidate).

En se basant sur les travaux de **Benhammou (2006)**, **Djedioui (2010)** ayant classé *Dittrichia viscosa* comme étant une espèce à usage anti diabétique et antioxydant vu sa richesse en flavonoïdes. De plus sa teneur en tanins, en saponosides et en coumarines fais de cette plante un antibactérien, un antiviral et un antifongique (**Wang et al., 2004**).

2-3- Traitement avec différentes dilutions et la concentration minimal d'inhibitrice (CMI)

Le traitement du champignon *Botrytis cinerea* par différentes dilutions de l'extrait brut aqueux d'*Inula viscosa* L., a donné après 7 jours d'incubation à température 25°C des diamètres moyens de croissance : 32.5, 46.6, 74.5, 90 mm , des diamètres moyens d'inhibition : 57.5, 43.4, 15.5, 00.0 mm (**Fig 27, 28**) , et des pourcentages d'inhibition : 63.89, 48.23, 17.23, 00 % (**Fig 29**) selon l'ordre décroissant des délutions :100, 75, 50, 25 % (**Annexe 04**).

La croissance est faible (32.5 mm) avec l'extrait brut aqueux concentré 100%, ensuite elle a augmenté en diminuant la concentration jusqu'à ce que le champignon a rempli toute la boîte de Pétri (90 mm) avec la dilution 25%, donc le diamètre moyen d'inhibition est nulle dans cette concentration, et la dilution précédente (50%) c'est la concentration minimale inhibitrice.

L'analyse statistique (ANOVA) à un facteur ($\alpha = 0,01$, $\alpha = 0,05$) a révélé qu'il y a des différences significatives entre les moyens de croissance des différentes concentrations puisque $F_{Obs} > F_{Cr}$, ainsi qu'une probabilité $\lll \alpha$ (0,01 et 0,05) (**Tab 06**). Cela explique l'effet inhibiteur de la concentration de l'extrait ou bien l'effet de concentration sur l'activité antifongique (voir le détail dans l'analyse statistique).



Figure 27. L'apparence de l'activité antifongique par les concentrations

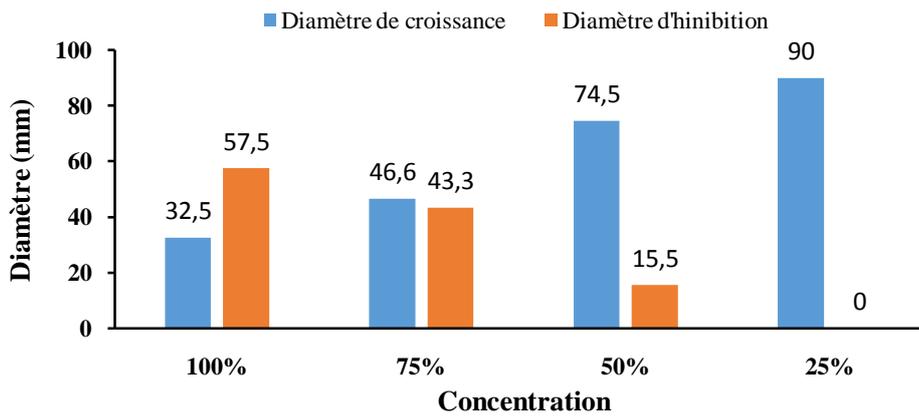


Figure 28: Effet de la concentration de l'extrait d'*Inula viscosa* L. sur le diamètre de croissance et d'inhibition du champignon *Botrytis cinerea*

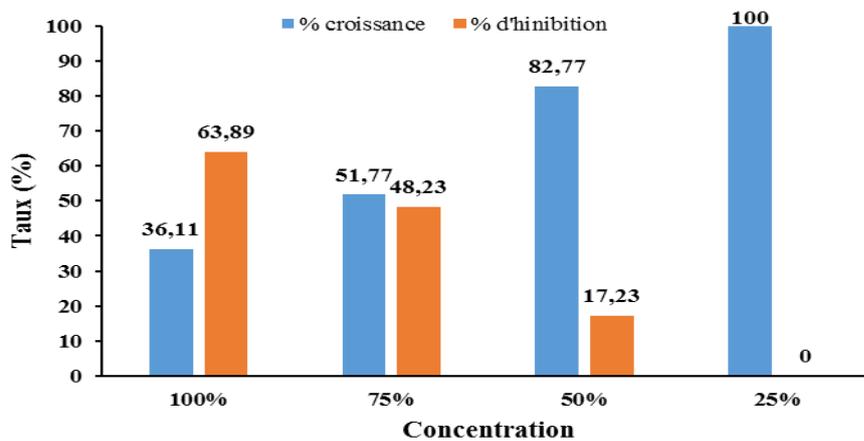


Figure 29: Effet de la concentration de l'extrait d'*Inula viscosa* L. sur le taux de croissance et d'inhibition du champignon *Botrytis cinerea*

Nos résultats viennent consolidés, ceux trouvés par **Mahmoudi et al. (2015)**, qui ont testé l'activité antifongique des extraits méthanoliques des feuilles –seulement- de cette plante sur sept espèces de champignons : *Fusarium polyphialidicom*, *F. oxysporum*, *F. equiseti*, *F. accuminatum*, *F. scirpi*, *Septoria nodorum* et *Sclerotinia sclerotiorum*, en mettant en évidence que l'effet de la concentration de l'extrait utilisé sur l'efficacité d'inhibition. A leur tour **Omezzine et al. (2011)**, rapportent, aussi, l'efficacité antifongique des feuilles contre *Trichoderma harzianum* et *Tr. Viride*.

Les travaux menés par **Mahmoudi et al. (2015)**, ont révélé, qu'une concentration de, l'extrait de feuilles, de l'ordre de 40 µg/ml est la valeur minimale d'inhibition, pour les sept espèces de champignons étudiés (*Fusarium polyphialidicom*, *F. oxysporum*, *F. equiseti*, *F. accuminatum*, *F.*

scirpi, *Septoria nodorum* et *Sclerotinia sclerotiorum*). Cependant, *Se. Nodorum* et *Sc. Sclerotiorum*, sont très sensible, et de ce fait cette concentration cause chez ces deux espèces une inhibition complète (97,1% et 100%, respectivement). Pour les cinq espèces de *Fusarium* étudiés, ils ont montré des réponses variables ; *F. polyphialidicom*, s'est montré l'espèce la plus résistante à l'extrait méthanolique des feuilles (46,84% d'inhibition face à une concentration de 40 µg/ml), alors que *F. accuminatum*, est le plus sensible (63,63% d'inhibition à 40 µg/ml).

Pour ce qui est de nos résultats et comparés à ceux présentés ci-dessus, il s'avère que *B. cinerea* est un champignon résistant ; avec un taux d'inhibition de 63,89%, pour un extrait concentré à 100%.

A leur tour, **Haoui et al. (2016)**, ont mis en relief l'effet fongicide de l'huile essentielle de *D. viscosa* sur deux espèces de *Fusarium* : *F. culmorum* et *F. graminearum*, et ont rapporté des résultats qui démontrent l'efficacité de cette huile essentielle à différentes concentrations (taux d'inhibition entre 62,5 et 91,25%), et que le composé responsable de cette activité antifongique est l'ESA (Eudesma-3,11(13)-dien-12-oic Acid).

Aussi, d'autres travaux ont démontré l'effet fongicide d'un certain nombre de composés extraits de cette plante, sur quelques espèces de champignons ; tels que les travaux de **Ulubelen et al. (1987)**, qui ont mis en évidence l'effet fongicide des acides sesquiterpènes sur *Microsporium canis* (Concentration de 10 µg/ml) et *Trichophyton rubrum* (Concentration de 50 µg/ml).

2-4- Analyse statistique

L'analyse de la variance (**ANOVA**) à un seul facteur, confrontant les résultats des quatre traitements effectués au laboratoire ; sur l'effet inhibiteur de l'extrait des feuilles et tiges d'*Inula viscosa* L., sur la croissance du mycélium de *Botrytis cinerea*, a donné lieu aux résultats présentés dans le tableau ci-dessous pour un seuil de confiance $\alpha = 0,01$ et $\alpha = 0,05$.

Tableau 06 (a et b). Résultats de l'analyse de la variance à un facteur ($\alpha = 0,01$, $\alpha = 0,05$).

(a)

Concentration	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Ecart-type	Variance
100	4	13	3,25	0,28867513	0,08333333
75	4	18,66	4,665	1,57362639	2,4763
50	4	29,83	7,4575	2,20164143	4,847225
25	4	36	9	0	0

(b)

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F _{Obs}	Probabilité	F _{Cr}
Entre Groupes	81,73736875	3	27,24578958	14,71	0,00025	3,49
A l'intérieur des groupes	22,220575	12	1,851714583			
Total	103,9579438	15				

Les résultats affichés sur le tableau, illustre une importante variabilité entre les individus statistiques des groupes traités avec un extrait concentré à 50 et 75%.

L'analyse de la variance, effectuée sur nos quatre traitements (selon la concentration de l'extrait dans le milieu de culture), a révélé une valeur de $F_{Obs} > F_{Cr}$, ainsi qu'une probabilité $\lll \alpha$ (0,01 et 0,05), qui démontre une variance très hautement significative entre nos quatre traitements.

Ces résultats, nous permettent enfin de confirmer notre hypothèse H_0 , et donc de confirmer de manière statistique que la concentration de l'extrait des feuilles et des tiges d'*Inula viscosa* L., a un effet inhibiteur sur la croissance du mycélium de *Botrytis cinerea*.

CONCLUSION

Conclusion

Dans une optique de valorisation des ressources phytogénétiques, de notre pays, ainsi que la réduction de l'utilisation des pesticides et des produits chimiques de synthèse dans le domaine agricole, qui permettra d'atténuer les effets de ces produits sur l'environnement et sur la biodiversité, notre travail, vient pour essayer de mettre en évidence l'activité antifongique d'une plante largement utilisée dans la médecine traditionnelle dans le bassin méditerranéen et particulièrement dans notre région Jijel ; il s'agit d'*Inula viscosa* L. (ex. *Dittrichia viscosa* L.).

Après séchage des feuilles et des tiges fraîches d'*Inula viscosa* L., la mesure du taux d'humidité a été élevée (82.28 %), ainsi que le rendement d'extraction de leurs poudres (34.082 %).

L'identification du champignon isolé, *Botrytis cinerea* a confirmé sa relation pathogénique pour les fraises de la région de Jijel.

Le test préliminaire de l'extrait brut aqueux concentré d'*Inula viscosa* L. a révélé l'effet inhibiteur sur la croissance du champignon *Botrytis cinerea*, ou il y a une activité antifongique qui peut être due aux composés majoritaires de l'extrait (un acides gras ethyle ester, phénole monoterpénoïde, lipophénol, et flavonoïde), séparés par le CPG. Alors que le test avec des différentes concentrations ou dilutions (100, 75, 50 et 25 %), a révélé une activité antifongique importante, à partir de la concentration 75% (48,23% d'inhibition), et élevée avec la concentration de l'extrait 100% (63,89% d'inhibition). L'activité antifongique est minimale avec la concentration 50% et dépend de la concentration.

Les extraits bruts des plantes commencent à avoir beaucoup d'intérêt comme source potentielle de molécules naturelles bioactifs. Ils font l'objet d'étude pour leur éventuelle l'utilisation des extraits comme alternative aux produits chimiques pour le traitement des maladies infectieuses et pour la protection des cultures contre les champignons.

Ce travail vise à étudier et traiter le pathogène causale de la maladie de fraise « *Botrytis cinerea* » par l'extrait de la plante médicinale *Inula viscosa* L. qui appartient à la famille des astéracées. C'est la famille la plus utilisée comme sources mondiale d'épices et d'extraits à qualité médicale intéressante.

Ces résultats ne sont que préliminaires et ne remettent pas en cause l'importance de l'activité antifongique des composés bioactives issues de cette plante, qui a été démontré dans plusieurs travaux et sur différentes espèces fongiques.

A travers cette première ébauche que nous avons menée, nous recommandons aux chercheurs de faire un travail plus élaboré sur l'activité antifongique des extraits de cette plante, tout en ciblant des composés bien précis de cet extrait, après une étude et une identification de ses principaux

composants, et par la suite étudié l'effet de chaque composé sur la croissance et le développement de ce champignon.

Nous préconisons, aussi à travers cette première ébauche, de tester différents extraits issus de spécimens d'*I. viscosa* ayant différentes provenances et à des stades phénologiques différents, afin de déterminer l'effet de la provenance et du stade phénologique de la plante, sur le pouvoir antifongique.

A la fin on peut suggérer aux agriculteurs d'utiliser l'extrait de cette plante *Inula viscosa* L. dans le contrôle de la pourriture grise sur le fraisier, causé par le *Botrytis cinerea*.

REFERENCES

The word "REFERENCES" is rendered in a bold, 3D, sans-serif font. The letters are white with a subtle gradient and a slight shadow on their right side. Below the text, a dark, fan-shaped shadow is cast, consisting of multiple lines radiating from a central point at the bottom, creating a sense of depth and perspective.

Références bibliographiques

A

1. **Abad M.J., Geurra J.A., Bermejo P., Iruruzum A. and Carrasco L., 2000.** Search for antiviral activity in higher plant extracts. *Phytother. Res.*, 14: 604–607 Abraham.
2. **Abayomi S., 2010.** Planets médicinales et traditionnelle d’Afrique. *Académie Suisse Naturelle*, Karthala, Canada, 378p.
3. **Agrios G.N., 2005.** Plant pathology. Elsevier Academic Press, Oxford, UK, p. 922.
4. **Ajouz S., 2009.** Estimation du potentiel de résistance de *Botrytis cinerea* à des biofongicides. *Th. Doc. Sciences Agricoles*, Université d’Avignon, 198p.
5. **Al-Dissi N.M., Salhab A.S., Al-hajj H.A., 2001.** Effects of *Inula viscosa* leaf extracts on abortion and implantation in rats. *J Ethnopharmaol* 77, 117-121.
6. **Andolfi A., Zermane N., Cimmino A., Avolio F., Boari A., Vurro M. et Evidente A., 2013.** INULOXINS A-D, phytotoxic bi- and tri-cyclic sesquiterpene lactones produced by *Inula viscosa*: Potential for broomrapes and field dodder management. *Phytochemistry* 86, pp: 112–120.
7. **Arkhipova T.N., Veselov S.U., Melentiev A.I., Martynenko E.V. and Kudoyarova G.R., 2005.** Ability of bacterium *Bacillus subtilis* to produce cytokinins and to influence the growth and endogenous hormone content of lettuce plants. *Plant and Soil*, 272, 201-209.
8. **Avenot H., Sellam A. and Michailides T.J., 2009.** Characterization of mutations in the membrane-anchored subunits AaSDHC and AaSDHD of succinate dehydrogenase from *Alternaria alternata* isolates conferring field resistance to the fungicide boscalid. *Plant Pathology*, 58, 1134-1143.

B

9. **Baba Aïssa F., 1991.** Les plantes médicinales en Algérie. Coédition Bouchène et Ad-Diwan, p 11,159.
10. **Baba Aïssa F. 2000.** Encyclopédie des plantes utiles. Flore d’Algérie et du Maghreb. Ed. Librairie moderne Rouïba. 252-253.
11. **Barrero A. F., Mar Herrador M., Arteaga P., Catalan J. V., 2008.** *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter: Phytochemistry and biological activity. *Natural Product Communications*, Vol. 3 (11): 1799-1804.

12. **Bayer E., Butter K.P., Finkenzeller X. et Grau J., 1990.** Guide de la flore méditerranéenne. *Delachaux et Niestlé, S.A-Paris.*
13. **Baytop T., 1984.** Therapy with Medicinal Plants in Turkey. *Anal Press, Istambul.* P: 167.
14. **Beever R. and Weeds P., 2004.** Taxonomy and genetic variation of *Botrytis* and *Botryotinia*, p. 29-52, in: *Botrytis: biology, pathology and control.* Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski and N. Delen, eds. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
15. **Bégin D., Gérin M., 2002.** Solvants industriels. Les grandes familles de solvants organiques. Chap. 2 : Utilisation et aspects physico-chimiques. Ed. Masson, Paris, pp : 13-38.
16. **Bekhechi-benhabib C., 2001.** Analyse d'huile essentielle d'*Ammoïdes verticillata* (*Nûnkha*) de la région de Tlemcen et étude de son pouvoir antimicrobien. Thèse de magister de Biologie, Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen. Algérie.
17. **Ben Abdelkrim A., 2009.** Effet des extraits aqueux des grains de *peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) sur les larves de 5^{ème} stade de *Locusta migratoria cinerascens* (Orthoptera : Oedipodinae). *Mém. Ing. Agr., ENSA, El-Harrach-Alger*, 59p.
18. **Benayache S., Banayache F., Dendoughi.H., Jay M., 1991.** Les Flavonoïdes de *Inula Viscosa* L. Plantes médicinales et phytothérapie. Tome 25, n° 4 .p 170-176.
19. **Benchohra M. A., Hamel L., Bendimered F. Z., Benchohra M., 2011.** Chemical composition of essential oil of *Inula viscose*. *ScienceLib Editions Mersenne*, 3.
20. **Benhammou N. et AtikBekkara F., 2005.** Contribution à l'étude du pouvoir antifongique de l'huile essentielle d'*Inula viscosa*, Laboratoire de produits naturels, Département de Biologie, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen.
21. **Benhammou N. (2006)** Etude des activités antimicrobiennes et antioxydantes des huiles essentielles et des composés phénoliques de *Pistacia lentiscus*, *Pistacia atlantica* et *Inula viscosa* de la région de Tlemcen Magister en biologie, université aboubekrbelkaid, Faculté des sciences, Département de Biologie, pp. 1-145.
22. **Bensegueni-Tounsi L., 2001.** Etude *in vitro* de l'effet antibactérien et antifongique de : *Inula viscosa*-*Lawsonia inernis*- *Asphodelus microcarpus*- *Aloe vera*- *Juniperus oxydrus*, Thèse de Magistère en médecine vétérinaire, Université de Constantine.
23. **Benyahia A., 2014.** Contribution à l'étude photochimique et activités biologiques de deux plantes médicinales *Inula viscosa* et *Inula montana* Master en chimie ; Molécule Bioactive synthèses et application ; Université Aboubakr Belkaid, Tlemcen, 53p.
24. **Berger F. & Delval Ph., 2018.** Substances naturelles. EcophytoPIC, portail de la protection intégrée des cultures. <http://www.ecophytopic.fr/tr/m%C3%A9thodes-de-lutte/biocontr%C3%B4le/substances-naturelles>.

25. **Bernard J.L. and Bugaret Y., 2002.** Prophylaxis and crop protection. Indirect control methods. *Phytoma. La santé des végétaux*, 14-19.
26. **Bicha S., 2003,** Etude de l'effet de la pollution du sol par les métaux lourds sur l'accumulation des métabolites secondaires de l'exsudat chloroforme d'*Inula viscosa* (compositae). Thèse de magister, Université de Constantine.
27. **Blancard D., Laterrot H., Marchoux G. et Cetresse T. 2009.** Les maladies de la tomate, identifier, connaître maîtriser. Ed. Quae, Paris, 691p.
28. **Bohlman.F, Czerson.H, Schöneweiss.S.** New constituents of *Inula viscosa* Ait. *chem.Ber.* 1977 110, 1330-1334.
29. **Bonzi S., 2007.** Efficacité des extraits de quatre plantes dans la lutte contre les champignons transmis par les semences de Sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Mém. DEA Gestion Intégrée des Ressources Naturelles*, IDR, Burkina-Faso, 39p.
30. **Botton B., Breton A., Fèvre M., Gauthier S., Guy Ph., Larpent JP., Reymond P., Sanglier JJ., Vayssier Y et Veau, P. 1990.** Moisissures utiles et nuisibles. Importance industrielle. 2e Ed. Ed. Masson, Paris, 512p
31. **Boudjemaa S., 1999.** Contribution à étude de l'influence des extraits foliaires de *Melia azedarach* et *Eucalyptus globulus* sur le comportement de ponte de *phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera : gelechiidae) dans les stocks. *Mém. Ing. Agr.*, ENSA, El-Harrach-Alger ,54p.
32. **Brullo S., Marco G. D., 2000.** Taxonomical revision of the genus *Dittrichia* (Asteraceae).
33. **Bssaibis F., Gmira N., Meziane., 2009.** Activité antibactérienne de *Dittrichia viscosa* (L.)W Greuter. *Rev. Microbial. Ind. San et Environn.* Vol3, N° 1, pp.4-44.
34. **Buck J.W. and Jeffers S.N., 2004.** Effect of pathogen aggressiveness and vinclozolin on efficacy of *Rhodotorula glutinis* PM4 against *Botrytis cinerea* on geranium leaf disks and seedlings. *Plant Disease*, 88, 1262-1268.

C

35. **Cantrell C.L., Pridgeon J.W., Fronczek F.R. & Becnel J.J., 2010.** Structure–activity relationship studies on derivatives of eudesmanolides from *Inula helenium* as toxicants against *Aedes aegypti* larvae and adults. *Chem. Biodivers.*, 7, pp: 1681–1697.
36. **Catherine R., Roger C., 2005.** Stratégies alternatives et agriculteur durable .in enjeux phytosanitaires pour l'agriculteur et l'environnement, Lavoisier, Paris, 644p.

37. **Card, S.D. (2005).** Biological control of *Botrytis cinerea* in lettuce and strawberry crops. Thèse de doctorat, Lincoln University, New Zealand, 199 p.
38. **Carlen C., Faby R., Karjalainen R., Pommier J.J. and Steffek R., 2003.** Control of air borne diseases in strawberries with natural and synthetic elicitors. *Acta Horticulturae*, 649, 237-240.
39. **Chabou A., 2000.** Contribution à l'étude de l'influence des extraits de fruits et de feuilles de *Melia azedarach* sur le comportement de ponte et des chenilles de *phthorimaea operculella* Zeller. (Lepidoptera: Gelechiidae) dans les stocks. *Mém. Ing. Agr.*, ENSA, El-Harrach-Alger, 50p.
40. **Chahmi N., Anissi J., Jennan S., Farah A., Sendide K., & El-Hassouni M., 2015.** Antioxidant activities and total phenol content of *Inula viscosa* extracts selected from three regions of Morocco. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5(3), 228-233.
41. **Chapeland F., Fritz R., Lanen C., Gredt M. and Leroux P., 1999.** Inheritance and mechanisms of resistance to anilinopyrimidine fungicides in *Botrytis cinerea* (*Botryotinia fuckeliana*). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 64(2), 85-100.
42. **Charles M.T., Mercier J., Makhlouf J. and Arul J., 2008.** Physiological basis of UV-C-induced resistance to *Botrytis cinerea* in tomato fruit. I. Role of pre- and post- challenge accumulation of the phytoalexin-rishitin. *Postharvest Biology and Technology*, 47, 10-20.
43. **Charles V., Panneton B. and Fleurat-Lessard F., 2000.** La lutte physique en phytoprotection, Editions Quae, Canada, 347 p.
44. **Ciccarelli D., Garbari F., Pagni A.-M., 2007.** Glandular hairs of the ovary: a helpful character for Asteroideae (Asteraceae) taxonomy? *Ann. Bot. Fennici* 44:17
45. **Coley-Smith J.R., 1980.** Sclerotia and other structures in survival, p. 85-114, in: The biology of *Botrytis*. J. R. Coley-Smith, K. Verhoeff and W. R. Jarvis, eds. Academic Press, London, UK.
46. **Coley-Smith J.R., and Cooke R.C., 1971.** Survival and germination of fungal sclerotia. *Annual Review of Phytopathology* 9: 65-92.
47. **Couderchet M., 2003.** Review. Benefits and problems of fungicide control of *Botrytis cinerea* in vineyards of Champagne. *Vitis*, 42(4), 165-171.

D

48. **Danino O., Gottlieb H.E., Grossman S. & Bergman M., 2009.** Antioxidant activity of 1,3-dicaffeoylquinic acid isolated from *Inula viscosa*. *Food Res. Intern.* 42, pp: 1273–1280.

49. **De Meyer G. and Hofte M., 1997.** Salicylic acid produced by the rhizobacterium *Pseudomonas aeruginosa* 7NSK2 induces resistance to leaf infection by *Botrytis cinerea* on bean. *Phytopathology*, 87, 588-593.
50. **Dendougui.H. 1989,** Thèse de magister, Université de Constantine, *plant. Med. phytother* ,1991.25 (4) ,170-176.
51. **Dik A.J. and Wubben J.P., 2004.** Epidemiology of *Botrytis cinerea* diseases in greenhouses, in: *Botrytis: biology, pathology and control*. Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski and N. Delen, eds. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. pp. 319-331.
52. **DjediouiA ,.2010.**Evaluation de l'activité hypoglycémisante de l'extrait aqueux d'*Inula viscosa* : une plante de l'Est Algérien chez le rat avec un diabète induit.Mémoire du magistère.Université Badji Mokhtar-Annaba.111p.
53. **Djeridane A., yousfi M., nagjemi B., boutassouna D., stocker P., vidal N., 2006.** Antioxidant activity of some algerian medicinal plants extracts containing phenolic compound, *food chemistry*.97:654-660.
54. **Donmez M.F., Esitken A., Yildiz H. and Ercisli S., 2011.** Biocontrol of *Botrytis cinerea* on strawberry fruit by plant growth promoting bacteria. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 21(4), 758-763.
55. **Droby S., Wisniewski M., Macarasin D., and Wilson C., 2009.** Twenty years of postharvest biocontrol research: is it time for a new paradigm?. *Postharvest Biology and Technology*, 52, 137-145.
56. **Duval-Chaboussou A., 2017.** L'intérêt des extraits végétaux en viticulture et arboriculture biologique. *Journée Régionale « Expérimentation en agriculture biologique »*, Pays de la Loire, France, 17p.

E

57. **Elad Y. and Shtienberg D., 1995.** *Botrytis cinerea* in greenhouse vegetables: chemical, cultural, physiological and biological controls and their integration. *Integrated Pest Management Reviews*, 1, 15-29.
58. **Elad Y., Köhl J. and Fokkema N.J., 1994.** Control of infection and sporulation of *Botrytis cinerea* on bean and tomato by saprophytic bacteria and fungi. *European Journal of Plant Pathology*, 100, 315-336.

- 59. Elad Y., Williamson B., Tudzynski P. and Delen N., 2004.** Botrytis: Biology, Pathology and Control, edition Springer, Kluwer academic publisher, Netherlands. 412 p.
- 60. El-Ghaouth A., Arul J., Wilson C., and Benhamou N., 1997.** Biochemical and cytochemical aspects of the interactions of chitosan and *Botrytis cinerea* in bell pepper fruit. Postharvest Biology and Technology, 12, 183-194.
- 61. Elmer P.A.G. and Reglinski T., 2006.** Biosuppression of *Botrytis cinerea* in grapes. Plant Pathology, 55, 155-177.

F

- 62. Faretra F. and Antonacci E., 1987.** Production of apothecia of *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetz. under controlled environmental conditions. Phytopathologia Mediterranea 26: 29-35.
- 63. Faretra F., Antonacci E. and Pollastro S., 1988.** Sexual behaviour and mating system of *Botryotinia fuckeliana*, teleomorph of *Botrytis cinerea*. Journal of General Microbiology 134: 2543-2550.
- 64. Fiddaman P.J., O'Neill T.M. and Rossall S., 2000.** Screening of bacteria for the suppression of *Botrytis cinerea* and *Rhizoctonia solani* on lettuce (*Lactuca sativa*). using leaf disc bioassays. Annals of Applied Biology, 137, 223-235.
- 65. Finkers R., Bai Y.L., Van den Berg P., Van Berloo R., Meijer F., Ten Have A., Van Kan J., Lindhout P. and Van Heusden A.W., 2008.** Quantitative resistance to *Botrytis cinerea* from *Solanum neorickii*. Euphytica.,159, 83-92.
- 66. Fondohan P., Gbenou D.J Gnonlonfin B., Hell K., Mrassaas W.F.O., et Wingfiel M.J., 2004.** Effect of essential oils on the growth of *fusarium verticillioides* and fumonisin contamination in corn. J. Agric. Food Chem, 52, 6824-6829.
- 67. Fournier P., 1947.** Livre des plantes médicinales et vénéneuses de France. Ed. Le Chevalier. Tome 1 : 176-178.

G

- 68. Ghestman C., Culea M., Cozar O., 2001.** Comparative analysis of some active principles of herb plants by GC/MS- Talanta; vol.53; pp. 253-262.
- 69. Guerrida S., 2010.** Evaluation de l'activité systémique de trois extraits végétaux et d'un insecticide sur puceron. *Mém. Ing. Agr.*, ENSA, El-Harrach-Alger, 65p.

- 70. Guetsky R., Shtienberg D., Elad Y., Fischer E. and Dinoor A., 2002.** Improving biological control by combining biocontrol agents each with several mechanisms of disease suppression. *Phytopathology*, 92, 976-985.
- 71. Guiraud J.P. (2003).** Microbiologie alimentaires. (edn) Dunod. Paris. 651p.
- 72. Gullino M.L., 1992.** Chemical control of *Botrytis* spp, p. 217-222, in: Recent advances in *Botrytis* research. K. Verhoeff, N. E. Malathrakakis and B. Williamson, eds. Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, The Netherlands.

H

- 73. Hahn M., 2014.** The rising threat of fungicide resistance in plant pathogenic fungi: *Botrytis* as a case study. *Journal of Chemical Biology*, 7(4), 133-141.
- 74. Hang N.T., Oh S.O., Kim G.H., Hur J.S. and Koh Y.J., 2005.** *Bacillus subtilis* S1-0210 as a Biocontrol Agent against *Botrytis cinerea* in Strawberries. *Plant Pathology Journal*, 21(1), 59-63.
- 75. Haoui I. E., Derriche R., Madani L. & Oukali Z., 2016.** Extraction of essential oil from *Inula viscosa* L. leaves: composition, antifungal activity and kinetic data. *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 19 (1): 108-118.
- 76. Hennebert G.L., 1973.** *Botrytis* and *Botrytis*-like genera. *Persoonia* 7: 183-204.
- 77. Hernandez V., Recio C.M., Mànez S., Giner R.S et Rios J.L. 2007.** Effects of naturally occurring dihydroflavonols from *Inula viscosa* on inflammation and enzymes involved in the arachidonic acid metabolism. *Life Sciences* 81: 480-488.
- 78. Hernandez V., Recio M.C., Mànez S., Prieto J.M., Giner R.M., et Rios J.L. 2001.** Mechanistic Approach to the In Vivo Anti-Inflammatory Activity of Sesquiterpenoid compounds isolated from *Inula viscosa*. *Planta Med.* 67: 726-731.
- 79. Hoffland E., Van Beusichem M.L., and Jeger M.J., 1999.** Nitrogen availability and susceptibility of tomato leaves to *Botrytis cinerea*. *Plant and Soil*, 210(2), 263-272.
- 80. Holz G., Coertze S. and Williamson B., 2004.** The ecology of *Botrytis* on plant surfaces, p. 9-27, in: *Botrytis: biology, pathology and control*. Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski and N. Delen, eds. Kluwer Academic Press, Dordrecht, The Netherlands.
- 81. Huber D.M. and Watson R.D., 1974.** Nitrogen form and plant disease. *Annual Review of Phytopathology*, 12(1), 139-165.

J

- 82. Janisiewicz W.J., 1998.** Biocontrol of postharvest diseases of temperate fruits - challenges and opportunities. in: Plant-microbe interactions and biological control. G. J. Boland and L. D. Kuykendall, eds. Marcel Dekker Inc., NY, USA. pp. 171-198.
- 83. Jarvis W.R., 1980.** Epidemiology, p. 219-50, in: The biology of *Botrytis*. J. R. Coley-Smith, K. Verhoeff and W. R. Jarvis, eds. Academic Press, London, UK.
- 84. Jeandet P., Adrian M., Breuil A.C., Sbaghi M., Debord S., Bessis R., Weston L.A., and Harmon R., 2000.** Chemical induction of phytoalexin synthesis in grapevines: Application to the control of grey mould in the vineyard. *Acta Horticulturae*, 528, 591-596.
- 85. Jeandet P., Adrian M., Joubert J.M., Hubert F., and Bessis R., 1996.** Stimulating the natural defences of grape. A complement to phytosanitary control of *Botrytis*. *Phytoma-La Défense des Végétaux*, 488, 21-25.

K

- 86. Karadimos D.A., Karaoglanidis G.S., and Tzavella-Klonari K., 2005.** Biological activity and physical modes of action of the Qo inhibitor fungicides trifloxystrobin and pyraclostrobin against *Cercospora beticola*. *Crop Protection*. 24(1), 23-29.
- 87. Khana M.F.R. and Smith L.J., 2005.** Evaluating fungicides for controlling *Cercospora* leaf spot on sugar beet. *Crop Protection*, 4(1), 79-86.
- 88. Korsten L. and De Jager E.E., 1995.** Mode of Action of *Bacillus subtilis* for Control of Avocado Postharvest Pathogens. *South African Avocado Growers Association Yearbooks*, 18,124-130.

L

- 89. Laginika L., 2005.** Etude photochimique et activité biologique de substances naturelle isolée de béninoise thèse de doctorat en science pharmaceutique. Université Ionis pasteur strasbourg, 280 :265-267.

90. Lee K.W., Kim Y., Lee H.J et Lee C.Y., 2003. Cocoa Has More PHENOLIC phytochemicals and a Higher Antioxidant Capacity than Teas and Red Wine. J. Agric. Food Chem., 51 : 7292-7295.
91. Lee N.H., Hong J., Kim J.Y. et Chiang M.H., 2009. Antioxidant properties and protective effects of *Inula britannica* var. *chinensis* Regel on oxidative stress-induced neuronal cell damage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 41, pp : 87–92.
92. Leroux P., 2004. Chemical control of Botrytis and its resistance to chemical fungicides. In: Elad, Y. et al., Eds., *Botrytis: Biology, Pathology and Control*. Kluwer Academic Press, The Netherlands, pp. 195-222.
93. Leroux P., Fritz R., Debieu D., Albertini C., Lanen C., Bach J., Gredt M. and Chapeland F., 2002. Mechanisms of resistance to fungicides in field strains of *Botrytis cinerea*. *Pest Management Science*, 58(9), 876-88.
94. Lorbeer J.W., Seyb A.M., de Boer M. and van den Ende J.E., 2004. *Botrytis* species on bulb crops, p. 273-294, in: *Botrytis: biology, pathology and control*. Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski and N. Delen, eds. Kluwer Academic Press, Dordrecht, The Netherlands.
95. Lorenz D.H. and Eichhorn K.W., 1983. Investigations on *Botryotinia fuckeliana* Whetz., the perfect stage of *Botrytis cinerea* Pers. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 90: 1-11.
96. Lorient A., 1994. Determination of phenolic acids and flavonoids of apple pear by high performance liquid chromatography, *Journal of Chromatography*, 270: 265-267.
97. Louise M., Dandurand Ph.D., 2013. *Phytopathologie: l'Étude de la Santé des Plantes*. 1^{ère} Ed Moscow, ID, États-Unis .P 9.

M

98. Magnin M., Trotel P., Quantinet D., Biagianti S. and Aziz A., 2007. Biological control of *Botrytis cinerea* by selected grapevine-associated bacteria and stimulation of chitinase and β -1,3 glucanase activities under field conditions. *European Journal of Plant Pathology*, 118, 43-57.
99. Mahmoudi H., Hosni k., Zaouali W., Amri W., Zargouni H., Ben Hamida N., Kaddour R., Hamrouni L., Ben Nasri M. et Ouerghi Z., 2015. Comprehensive phytochemical analysis, antioxidant and antifungal activities of *Inula viscosa* Aiton leaves. *Journal of Food Safety*: 1-12.

100. **Mànez S., Recio M. C., Gil I., Gomez C., Giner R. M., Waterman P. G. et Rios J. L., 1999.** Aglycosyl analogue of diacylglycerol and other anti-inflammatory constituents from *Inula viscosa*. Journal of Natural Products, 62, 4, 601 - 604.
101. **Maoz M., Neeman I., 2000.** Effect of *Inula viscosa* extract on chitin synthesis in dermatophytes and *Candida albicans*. Journal of Ethnopharmacology, 71, 479 - 482.
102. **Marcucci M.C., 1995.** Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutical activity. Apidologie, 26, 83-99.
103. **Mari M., Bertolini P. and Pratella G.C., 2003.** Non-conventional methods for the control of post-harvest pear diseases. Journal of Applied Microbiology, 94, 761-766.
104. **Marie E., 2005.** Extraction sans solvant Assistée par micro-onde conception et application à l'extraction des huiles essentielles : p17 ,23 ,52.
105. **Martinez F., Blancard D., Lecomte P., Levis C., Dubos B. et Fermaud M. 2003.** Phenotypic differences between *vacuina* and *transposa* subpopulations of *Botrytis cinerea*. European Journal of Plant Pathology. 109, 479-488.
106. **Mengel K. and Kirkby E.A., 2001.** Principles of plant nutrition. Kluwer Academic Publishers. 849 p.
107. **Micheli pier A., 1929.** plantarum genera. PP : 1-19.

N

108. **Navarrete M., Tchamitchian M., Madani C.A., Collange B. and Taussig C., 2010.** Elaborating innovative solutions with experts using a multicriteria evaluation tool. The case of soil borne disease control in market gardening cropping systems. In ISDA 2010- Innovation and Sustainable Development *in* Agriculture and Food, Montpellier, France, Cirad-Inra-SupAgro. 10 p.
109. **Nigro F., Schena L., Ligorio A., Pentimone I., Ippolito A. and Salerno M.G., 2006.** Control of table grape storage rots by pre-harvest applications of salts. Postharvest Biology and Technology, 42, 142-149.
110. **Nissrim Krisspil .Herbes pouch (traduit de l'original hébreu), jérusalem :kana éditeurs, (1982).**

O

111. **Oksöz.S, 1976.** Taraxasterol acetate from *Inula viscosa*. Planta med, 29 (4), pp: 343-345.

112. **Omezzine F., Daami-Remadi M., Rinez A., Ladhari A. et Haouala R., 2011.** In vitro assessment of *Inula* spp. organic extracts for their antifungal activity against some pathogenic and antagonistic fungi. *Afr. J. Microbiol. Res.* 5, 3527–3531.
113. **Ongena M., Jourdan E., Adam A., Paquot M., Brans A., Joris B., Arpigny J.L. and Thonart P., 2007.** Surfactin and fengycin lipopeptides of *Bacillus subtilis* as elicitors of induced systemic resistance in plants. *Environmental Microbiology*, 9(4), 1084-1090.
114. **Osorio N.W., 2007.** A review on beneficial effects of rhizosphere bacteria on soil nutrient availability and plant nutrient uptake. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 60(1), 3621-3643.

P

115. **Paris R.R et Moyse H. ,1965.** Précis de Matière médicale, tome II : pharmacognosie spéciale.
116. **Park Y.N., Lee Y.J., Choi J.H., Jin M., Yang J.H., Lee J., Li X., Kim K.J., Son J.K., Changs H.W., 2011.** Alleviation of OVA-induced airway inflammation by flowers of *Inula japonica* in a murine model of asthma. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 75, pp: 871–876.
117. **Parolin P., Ion Scotta M. & Bresch C., 2013.** Notes on the phonology of *Dittrichia viscosa*. *Portugaliae Acta Biologica*, 19: 341-354.
118. **Paulitz T.C. and Belanger R.R., 2001.** Biological control in greenhouse systems. *Annual Review of Phytopathology*, 39, 103-133.
119. **Pedigo L.P. and Higley L.G., 1992.** The economic injury level concept and environmental quality: A New Perspective. *American Entomologist*, 38(1), 12-21.
120. **Persoon C.H., 1801** Synopsis methodica fungorum. P: 1-706

Q

121. **Quézel P., Santa S., 1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales, CNRS, Tome 2, 218-940.

R

122. **Rameau J.C., Mansion D. & Gauberville C., 2008.** Flore forestière française guide écologique illustré, 3^{ème} édition ; Région Méditerranéenne 1521p.

- 123. Remli B., 2013.** Extraction des Flavonoïdes de la plante *Inula viscosa*, de la région d'Oran et mise en évidence de l'activité microbienne. Mémoire de magistère en chimie. Université d'Oran .770p.

S

- 124. Seca A.M.L., Grigore A., Pinto D.C.G.A. et Silva A.M.S., 2014.** The genus *Inula* and their metabolites: From ethnopharmacological to medicinal uses. *J. Ethnopharmacol*, 154, pp : 286–310.
- 125. Siripornvisal S., 2010.** Biocontrol Efficacy of *Bacillus subtilis* BCB3-19 against Tomato Gray Mold. *KMITL Science and Technology Journal*, 10(2), 37-44.
- 126. Smith-Palmer A., Stewart J., Feyel L., 2001.** The potential application of plants essential oils as natural food preservative in soft cheese .*Food Microbiology* .18 :463-470.
- 127. Snoeijers S.S., Pérez-Garcí A., Joosten M.H. and De Wit P.J., 2000.** The effect of nitrogen on disease development and gene expression in bacterial and fungal plant pathogens. *European Journal of Plant Pathology*. 106(6), 493-506.
- 128. Srimai K. and Akarapisarn A., 2014.** *Bacillus subtilis* LBF02 as Biocontrol Agent Against Leaf Spot Diseases Caused by *Cercospora lactucae-sativae* in Lettuce. *Journal of Agricultural Science*, 6(3), 151-158.
- 129. Stammler G., Brix H.D., Glattli A., Semar M. and Schoefl U., 2007.** Biological properties of the carboxamide boscalid including recent studies on its mode of action. In: *Proceedings XVI International Plant Protection Congress*, pp 40-45.
- 130. Sutton J.C. and Peng G., 1994.** Biocontrol of *Botrytis cinerea* in strawberry leaves. *Phytopathology*, 84, 615-621.

T

- 131. Talib W.H., Zarga M.H.A. & Mahasneh A.M. 2012.** Antiproliferative, antimicrobial and apoptosis inducing effect of compounds isolated from *Inula viscosa*. *Molecules* 17, pp: 3291–3303.
- 132. Terry L.A., Joyce D.C., Adikaram N. and Khambayd B., 2004.** Preformed antifungal compounds in strawberry fruit and flower tissues. *Postharvest Biology and Technology*, 31, 201-212.

- 133. Tosi B., Donini A., Romagnoli C. and Bruni A., 1996.** Antimicrobial activity of some commercial extracts of propolis prepared with different solvents. *Phytotherapy research*, 10(4), 335-336.
- 134. Touré Y., Ongena M., Jacques P., Guiro A. and Thonart P., 2004.** Role of lipopeptides produced by *Bacillus subtilis* GA1 in the reduction of grey mould disease caused by *Botrytis cinerea* on apple. *Journal of Applied Microbiology*, 96, 1151-1160.
- 135. Tripathi P. and Dubey N.K., 2004.** Exploitation of natural products as alternative strategy to control post-harvest fungal rotting of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 32, 235-245.

U

- 136. Ulubelen A., Oksuz S., Goren N., 1987.** Sesquiterpene acids from *Inula viscosa*. *Phytochemistry*, 26, 1223-1224.

V

- 137. Van Lenteren J.C., 2000.** A greenhouse without pesticides: fact or fantasy?. *Crop Protection*, 19, 375-384.
- 138. Veloukas T., Leroch M., Hahn M. and Karaoglanidis G.S., 2011.** Detection and molecular characterization of boscalid-resistant *Botrytis cinerea* isolates from strawberry. *Plant Disease*. 95, 1302-1307.
- 139. Viennot-Bourgin. 1965.** *Encyclopédie mycologique XXVII*. Lechevalier, Paris 350 p.
- 140. Vilain C. G. et BAUDIN J-B., 2017.** La chromatographie en phase gazeuse : principe et exemples. *Culture Sciences Chimie*.

W

- 141. Waller K.L., Muhle R.A., Ursos L.M., Horrocks P., Verdier-Pinard D., Sidhu A.B.S., Fujioka H., Roepe P.D. and Fidock D.A., 2003.** Chloroquine resistance modulated in vitro by expression levels of the *Plasmodium falciparum* chloroquine resistance transporter. *J. Biol. Chem.*, 278(35): 33593-33601.
- 142. Wang Z.N., Coley-Smith J.R. and Wareing P.W., 1986.** Dicarboximide resistance in *Botrytis cinerea* in protected lettuce. *Plant Pathology*, 35, 427-433.

143. Wang, W. Q., Ben-Daniel, B. H., and Cohen, Y.,(2004). Extracts of *Inula viscose* control downymildewcaused by *Plasmopara viticolain* grapevines.(Abstr.) *Phytoparasitica* 32:208.
144. Wenqiao Wang, B, H, Ben Daniel ET Yigal Cohen (2004) Control of Plant Diseases by Extracts of *Inula Viscosa*, *Phytopathology*, PP: 1042-1047
145. Williamson B, Tudzynsk B, Tudzynski P and Van Kan Jal, 2007. *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. *Molecular Plant Pathology*, 8, 561-80.

Y

146. Yarou B. B., Silvie P., Assogba Komlan F., Mensah A., Alabi T., Verheggen F., Francis F., 2017. Plantes pesticides et protection des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest (synthèse bibliographique). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 21(4), pp : 288-304.

Sites internet

1. https://www.google.dz/search?tbm=isch&q=carte+geographique+ouadjana&chips=q:carte+geographique+ouadjana,online_chips:oudjana&sa=X&ved=0ahUKEwjMrOkKPhAhWlyqYKHdcCA6QQ4IYILygJ#
2. (<https://fr.dbcity.com/Alg%C3%A9rie--Jijel--Taher--Ouadjana>)

ANEXES

Annexes

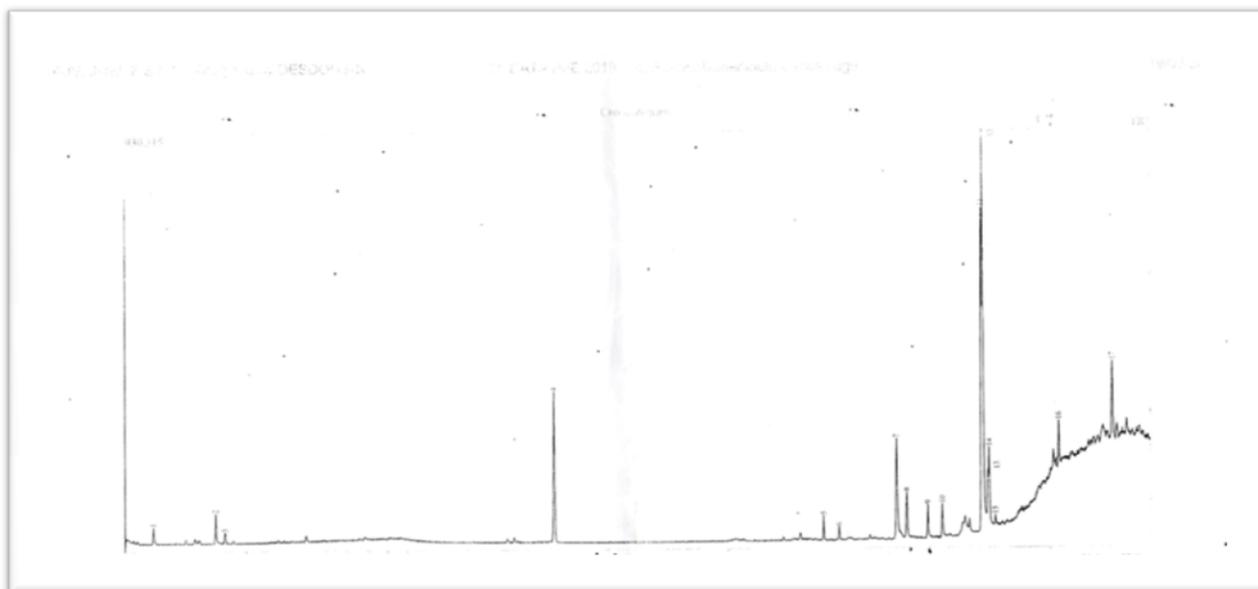
Annexe 01. Teneur en eau des feuilles et tiges de la plante *Inula viscosa* L.

Le poids fraîche des feuilles et tiges de la plante (Kg)	Le poids séché des feuilles et tiges de la plante (Kg)	Le taux en eau (%)
5.52	0.978	82.28

Annexe 02. Le rendement de l'extrait d'*Inula viscosa* L.

Le poids de la poudre en (g)	Le poids d'extrait méthanolique en (g)	Le rendement en (%)
20	6.8164	34.082

Annexe 03 : Résultats d'analyse par CPG/SM d'*Inula viscosa* L.



Annexe 04 : Traitement avec différentes dilutions et la concentration minimal d'inhibitrice (CMI)

Concentration	Diamètre de croissance	Diamètre d'inhibition
100%	32,5	57,5
75%	46,6	43,3
50%	74,7	12,5
25%	9	0
Concentration	% croissance	% d'inhibition
100%	36,11	63,89
75%	51,77	48,23
50%	82,77	17,23
25%	100	0

KISSOUM Nawel	Encadreur : M^{me} BENABDELKADER M.
BOUZARAA Ayda	Date de soutenance : Juin 2019
Thème Activité antifongique de l'extrait de l'espèce végétale <i>Inula viscosa</i> L. (<i>Dittrichia viscosa</i> L.)	
<p>Résumé</p> <p>Notre étude s'insère dans une problématique d'envergure planétaire, celle d'atténuer l'effet des produits chimiques de synthèse sur notre environnement et sur notre biodiversité, et d'y stopper notre dépendance, pour notre bien-être et celui des générations futures. Nous avons étudié l'activité antifongique de l'extrait brut aqueux des feuilles et des tiges de l'espèce <i>Inula viscosa</i> L. (renommée récemment <i>Dittrichia viscosa</i> L.) sur le champignon <i>Botrytis cinerea</i>. La plante est connue pour ses vertus thérapeutiques en médecine traditionnelle dans la région de Jijel-Algerie, alors que le champignon est un pathogène responsable de la pourriture grise des fraises et laisse des dégâts économiques importants. Le rendement en extrait s'est révélé assez élevé de l'ordre de 34,08%. L'activité antifongique, qu'on a mesuré par la croissance mycélienne du champignon est appréciable avec l'extrait brut aqueux de concentration 100% peut être due aux composés (un acides gras ethyle ester, phénole monoterpénoïde, lipophénol, et flavonoïde). Le gradient décroissant de la concentration de l'extrait brut aqueux (100, 75, 50 et 25 %) a marqué un effet inhibiteur décroissant et croissance croissante (32.5, 46.6, 74.5, 90 mm). La concentration minimale inhibitrice est 50%. L'extrait brut aqueux de l'espèce <i>Inula viscosa</i> L. a une activité antifongique sur le champignon <i>Botrytis cinerea</i>, et qui a besoin de le séparer et tester ses composants pour savoir le composant le plus efficace sur ce champignon.</p> <p>Mots clés : <i>Inula viscosa</i> L ; Extrait brut aqueux ; Activité antifongique, <i>Botrytis cinerea</i>.</p>	
<p>Summary</p> <p>Our study is part of a global problem; that of mitigating the effect of synthetic chemicals on our environment and our biodiversity, and stopping our dependence, for our well-being and that of future generations. In this regard, we studied the antifungal activity of the aqueous extract of the leaves and stems of the species <i>Inula viscosa</i> L. (recently renamed <i>Dittrichia viscosa</i> L.) on the fungus <i>Botrytis cinerea</i>. The plant is known for its therapeutic virtues in traditional medicine in the region of Jijel-Algeria, while the fungus is a pathogen responsible for the gray mold of strawberries and leaves significant economic damage. The yield of extract was found to be quite high of the order of 34.08%. The antifungal activity, measured by mycelial growth of the fungus, is appreciable with the 100% aqueous crude extract may be due to the compounds. The decreasing gradient of concentration of the aqueous crude extract (100, 75, 50 and 25%) marked a decreasing inhibitory effect and increasing growth (32.5, 46.6, 74.5, 90 mm). The minimum inhibitory concentration is 50%. The aqueous crude extract of the species <i>Inula viscosa</i> L. has antifungal activity on the fungus <i>Botrytis cinerea</i>, and needs to separate it and test its components to know the most effective component on this fungus.</p> <p>Key words: <i>Inula viscosa</i> L; Aqueous crude extract; Antifungal activity, <i>Botrytis cinerea</i>.</p>	
<p style="text-align: right;">المخلص</p> <p>دراستنا هي جزء من مشكلة عالمية. لأجل تخفيف من تأثير المواد الكيميائية الاصطناعية على البيئة، على التنوع البيئي، ووقف اعتمادنا من أجل رفاهيتنا ورفاهية الأجيال القادمة. في هذا الصدد، درسنا النشاط المضاد الفطري للمستخلص الخام المائي لأوراق وسوق النوع النباتي <i>Inula viscosa</i> L. (أعيد تسميته بـ <i>Dittrichia viscosa</i> L.) على الفطر <i>Botrytis cinerea</i>. يُعرف النبات بفضائله العلاجية في منطقة جيجل - الجزائر، في حين أن الفطر هو عامل ممرض مسؤول عن العفن الرمادي للفاولة ويترك أضرارا اقتصادية كبيرة. مردودية الاستخلاص كانت عالية من مرتبة 34.08%. النشاط المضاد الفطري الذي قيس عن طريق نمو ميسيليوم الفطر كان ملموساً مع المستخلص الخام المائي 100%. التدرج المتناقص لتركيز المستخلص الخام المائي (100، 75، 50 و 25%) سجل تأثير مثبط تناقصي وزيادة في النمو (32.5، 46.6، 74.5، 90 مم). التركيز الأدنى التثبيطي هو 50%. المستخلص الخام المائي لنبات <i>Inula viscosa</i> L. له نشاط مضاد للفطر <i>Botrytis cinerea</i> يحتاج إلى فصل مركباته واختبار كل منها لمعرفة المركب الفعال.</p> <p style="text-align: center;">الكلمات المفتاحية: <i>Inula viscosa</i> L؛ مستخلص الخام المائي، النشاط المضاد الفطري، <i>Botrytis cinerea</i>.</p>	