

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'Enseignement Supérieure et la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Université M'Hamed Bougara de Boumerdes
جامعة محمد بوقرة بومرداس
Faculté des Science
كلية العلوم



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master 2 Académique
En Sciences de la nature et de la vie (SNV)
Filière : Science biologiques
Spécialité : Biochimie Appliquée

Thème

**Effet antifongique des huiles essentielles de l'origan sur
l'Alternaria sp., agent causal de l'Alternariose de
pommes de terre.**

Présenté et soutenue par :

- M^{elle} AYAD Zinab
- M^{elle} BOUGACI Souhila

Soutenu le : 17/ 09/2023

Soutenu devant le jury composé de :

Président : M ^{me} AITKAKI Sabrina	Prof	FS/UMBB
Examinatrice : M ^{me} ROUANE Asma	MCB	FS/UMBB
Promotrice : M ^{me} HADDADJ Fairouz	MCB	ENSV
Co-Promotrice : M ^{me} FOUDIA Soumaya	MAA	FS/UMBB

Promotion : 2022/2023

Remerciement

Tout d'abord nous remercions ALLAH le tout puissant qui nous a donné la santé, la volonté, la force, courage et patience pour avoir mené à bien ce modeste travail, et qui de nous avoir aidé dans les moments les plus difficiles et à accomplir ce travail.

Nous remercions très sincèrement Mme AITKAKI Sabrina, enseignante à l'Université des sciences M'hamed Bouguera- Boumerdes pour nous avoir honorés en présidant notre jury.

Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements à Mme ROUANE Asma, enseignante à l'université des sciences M'hamed Bouguera- Boumerdes pour avoir accepté de juger ce travail et d'y apporter ses remarques.

Nous tenons vivement à exprimer notre profonde reconnaissance et gratitude à notre promotrice Madame HADDADJ FAIROUZ, Docteur à l'Ecole Supérieure des Vétérinaires, de nous avoir accordé l'honneur de diriger ce travail et aussi pour sa patience et sa compréhension et ses précieux conseils.

Nos remerciements s'adressent également à notre Co-promotrice Mme FOUZIA Soumaya, enseignante à l'université des sciences M'hamed Bouguera- Boumerdes pour sa disponibilité et son assistance infaillible et ses encouragements.

On se fera un agréable devoir de remercier chaleureusement Mme BELGUIDOUM Amina pour sa précieuse aide et son accueil au niveau de son laboratoire de à la Station Régionale de la Protection des Végétaux d'Alger.

Un grand merci au Dr. BELLATRECHE MOHAMMED pour son accueil au sein de son département et laboratoire afin de réaliser notre expérimentation et surtout d'avoir contribué à sa réalisation et de nous avoir fait bénéficier de son expérience et de ses précieux conseils.

Nous remercions vivement Mme HAMDI S. Sous directrice à INPV de nous avoir facilité l'accès au sein de l'établissement et surtout d'avoir mis à notre disposition les structures et matériels nécessaires.

Nos remercions également Mme ZENIA S. pour ces orientations et sa précieuse aide.

Nous vifs remerciements vont à tous les enseignants qui ont participé à notre formation durant notre cycle d'étude, ainsi que le personnel du département de biologie et de l'institut national de la protection des végétaux

Nous collègues de promotion 2022/2023 et ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci à vous



Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À nos deux familles : AYAD et AYADI

À nos parents

Ma mère et mon très cher père pour leur sacrifice et leur grande soutien moral et leurs encouragements et à travers les énormes sacrifices qu'ils ont consentis pour moi, ils travaillaient dur pendant mes études et ceux qui ont toujours aimé me voir réussir.

À mon frère : Sidali.

À mes sœurs : Razika, Aziza.

À toutes mes tantes, et tous mes oncles et mes cousins.

À toute ma famille sans exception pour leurs compréhensions et leurs encouragements, et leurs souhaits bonne chance.

À tous mes amis sont dans mes études.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À mes très chers parents, mon père et ma mère, Je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond respect, mon grand amour et toute ma gratitude pour les sacrifices que vous avez fait pour ma réussite, que dieu puisse vous garder et vous donne une longue vie, et j'espère être à la hauteur de votre estime et votre attentes inch allah.

À ma tendre mère Akila et mon cher père Saad

À mes frères : Souhil, Abdou, Raouf

À mon cher fiancé : Lamine

À mes meilleurs amis : Youssra, Aicha, Amina, Chaima, Marwa, Fatima

Tous ceux qui m'aiment et que j'aime

Souhila 

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

***Introduction* 1**

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I. La pomme de terre	3
1. Généralité	3
2. Classification de la pomme de terre	3
3. Morphologie	4
3.1. Partie aérienne	4
3.2. Partie souterraine	5
4. La pomme de terre en Algérie	5
5. Valeur nutritive de la pomme de terre	7
6. Cycle biologique de la pomme de terre	7
7. Les maladies de la pomme de terre	9
II. Alternariose	11
1. Généralité	11
2. Exigence de croissance	12
3. Cycle biologique.....	12
4. Symptôme de maladies Alternariose	13
5. Méthode de lutte.....	15
III. Huile essentielle	17
1. Définition d'une huile essentielle	17
2. Composition chimique des huiles essentielle.....	18
3. Classification chimique des huiles essentielle	18
4. Les propriétés des huiles essentielles	19
5. Rôle physiologique des huiles essentielle.....	19
Huile essentielle d'Origan – <i>Origanum floribundum</i> Munby	19
6. Historique.....	19
7. Description botanique	20
8. Classification	21

9. Répartition géographique d'origan en Algérie.....	22
10. Composition chimique d'Origan.....	22
11. Propriété de l'Origan.....	23
12. Les principales utilisations de l'Origan.....	23
13. Utilisation en médicale traditionnelle.....	23

Chapitre II : Matériel et méthodes

Objectif.....	24
I. Matériel.....	24
1. Matériel non biologique.....	24
2. Matériel biologique.....	24
2.1. Souche fongique (<i>Alternaria sp</i>).....	24
2.2. Matériel végétal (Huile essentielle d' <i>Origanum floribundum</i>).....	25
II. Méthodes.....	26
1. Extraction d'huile essentielle d'origan.....	26
1.1. Séchage du matériel végétal.....	26
1.2. Broyage des plantes.....	26
1.3. Passage des échantillonne.....	26
1.4. Extraction de l'huile essentielle (hydro distillation par Cl venger).....	27
2. Propriété organoleptique.....	29
3. Technique d'isolement classique du champignon.....	29
4. Repiquage et purification.....	31
5. Identification des champignons.....	31
III. Effet antifongique d'huile essentielle d'Origan sur <i>Alternaria solani</i>.....	32
1. Méthode de diffusion.....	32
1.1. Méthode de diffusion en milieu gélosé.....	32
1.2. Méthode de micro atmosphère.....	35
1.3. Méthode directe.....	37
1.4. Méthode de calcul.....	37

Chapitre III : résultats et discussion

1. Caractéristique organoleptiques des huiles essentielles.....	38
2. L'observation microscopique et macroscopique.....	38
3. Activité antifongique de l'extrait de la souche d' <i>Alternaria solani</i>	39
3.1. Méthode par diffusion.....	39
3.1.1. Méthode de diffusion en milieu gélosé.....	39
3.1.2. La méthode de micro atmosphère.....	40

3.2. Méthode directe	42
<i>Conclusion</i>	49
<i>Référence bibliographique</i>	50

Annexes

Résumé

Liste des figures

Figure 1 : Plante de la pomme de terre.....	3
Figure 2 : Caractérisation morphologiques de la pomme de terre	5
Figure 3 : Culture la pomme de terre.....	6
Figure 4 : Composition chimique de pomme de terre.	7
Figure 5 : Cycle de croissance et de développement de la pomme de terre.	8
Figure 6 : Cycle de <i>l'alternariose</i>	13
Figure 7 : Symptômes sur la feuille.....	14
Figure 8 : Symptômes sur la tige.....	14
Figure 9 : Symptômes sur le tubercule.	15
Figure 10 : Aspect morphologique d' <i>origanum floribundum</i> (a et b).	20
Figure 11 : <i>Origanum floribundum</i>	21
Figure 12 : Présentation des secteurs du Parc National de Chréa.	22
Figure 13 : Présentation géographique d'Ouled Moussa.....	24
Figure 14 : Zone de prélèvement des échantillons de la pomme de terre.....	25
Figure 15 : Zone de prélèvement d'origan.....	25
Figure 16 : Séchage du matériel végétal.....	26
Figure 17 : Mixage de la masse végétale.....	26
Figure 18 : Technique d'hydro distillation.	27
Figure 19 : Etapes d'extraction d'huile essentielle.	28
Figure 20 : Les feuilles isolées.....	29
Figure 21 : L'isolement à partir du collet.	30
Figure 22 : Les étapes d'isolement.....	30
Figure 23 : Les étapes de repiquage et purification.....	31
Figure 24 : Les étapes d'identification.	31
Figure 25 : Préparation des dilutions de l'huile.	32
Figure 26 : Etape de méthode de diffusion par disque.	33

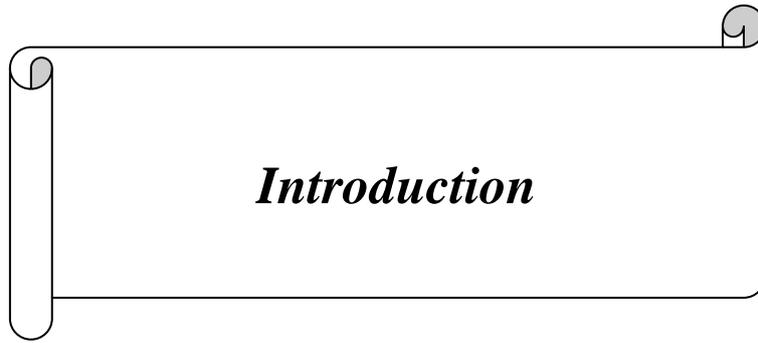
Figure 27 : Principe de la méthode de diffusion par disque.	34
Figure 28 : Principe de la méthode de diffusion par micro atmosphère.....	35
Figure 29 : L'étape de méthode de diffusion par micro atmosphère	36
Figure 30 : L'étape de méthode directe.....	37
Figure 31 : L'huile essentielle <i>Origanum floribundum</i> extraite	38
Figure 32 : Observation microscopique de la souche <i>l'Alternaria solani</i> à un GX 40.....	38
Figure 33 : Observation macroscopique de la souche <i>d'Alternaria solani</i>	39
Figure 34 : Taux d'inhibition d'A. solani traité par O. f. au 4 doses en fonction du temps.	40
Figure 35 : Aspect macroscopique de l'évolution de la croissance mycélienne du cryptogame <i>A. solani</i> traité par O. floribundum.....	41
Figure 36 : Taux d'inhibition d' <i>Alternaria</i> sp. Traité par l'huile essentielle d'Origan en fonction de temps	42
Figure 37 : Effet antifongique de l'huile essentiel d'origan sur la croissance mycélienne d'un isolat d' <i>Alternaria</i> sp. Pour les trois jours (2, 5, 8)	44
Figure 38 : Aspect macroscopique de l'évolution de la croissance mycélienne du cryptogame <i>A. solani</i> traité par O. floribundum (méthode directe).	46

Liste des tableaux

Tableaux 1 : Evolution de la production de pomme de terre en Algérie entre (2012-2021).....	6
Tableaux 2 : Les maladies les plus courantes des pommes de terre.	9
Tableaux 3 : Diamètres d'inhibition et leurs degrés de sensibilité.	35
Tableaux 4 : Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles	38
Tableaux 5 : % d'inhibition de la croissance mycélienne d'A. solani traité par O. f aux 4 doses D1= 25%, D2= 50%, D3= 75%, D4= 100%.	42
Tableaux 6 : Valeurs des différentes taux d'inhibition de la croissance mycélienne de l'isolat en fonction d'huile essentiel d'origan en fonction des 4 doses pour J2, J3, J5.....	44

Liste des abréviations

ANOVA	Analysais of variance.
C°	Degré Celsius .
D	Dose.
FAO	Food and Agriculture Organisation.
G	Gramme.
H	Heur.
HE	Houille essentielle.
INPV	Institut National de Protection des Végétaux.
J	Jours.
mm	Millimètre.
O.F	Origanum floribundum.



Introduction

La pomme de terre (*Solanum tuberosum L.*) est considérée depuis longtemps comme étant une plante sauvage domestiquée, herbacée tubéreuse, elle est originaire de l'Amérique Latine. Sa production mondiale s'élevait à 368,2 millions de tonnes en 2018 équivalent de population mondiale de 7631,1 millions (FAO, 2019).

En Algérie, la pomme de terre a probablement été la première fois au 16ème siècle par les Andalous qui l'ont propagé sans pour autant qu'elle acquière une grande importance dans la consommation des habitants de l'époque.

Depuis quelques années, plusieurs zones de production de pomme de terre en Algérie sont régulièrement touchées par une maladie causée par un champignon redoutable, c'est l'alternariose. Cette dernière a pris de l'ampleur à cause des changements climatiques comprenant une alternance de périodes chaudes et sèches avec des périodes plus humides favorables au développement de la maladie aussi, l'utilisation moins systématique depuis quelques années du fongicide à base de mancozebe, molécule, efficace contre les maladies du mildiou et de l'alternariose sur pomme de terre. [http://www syngenta. fr](http://www.syngenta.fr)

Par son retrait mondial depuis janvier 2022, les producteurs se trouvaient contraints de s'orienter vers de nouvelles solutions fongicides pour lutter contre ces maladies fongiques notamment l'alternariose, Il est à noter que cette maladie peut engendrer des pertes de rendement et une baisse de qualité de la récolte par défaut de calibre. [Http://www syngenta. Fr](http://www.syngenta.fr)

En effet, l'alternariose est considérée comme la deuxième maladie fongique la plus importante après le mildiou. Elle nécessite la vigilance des producteurs car il n'existe aucune lutte curative pour contrôler le développement et l'extension de la maladie.

Cependant, l'application excessive de fongicides au cours des années précédentes a causé une toxicité ainsi qu'une pollution résiduelle des nappes.

De même, ce champignon pathogène au fil des campagnes agricoles a développé des résistances aux fongicides.

Pour cela, la lutte contre les microorganismes ravageurs s'est orientée vers l'utilisation de méthodes biologiques.

L'Algérie possède un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales qui sont dotées de propriétés biologiques très intéressantes pour des applications dans divers domaines telles que les industries pharmaceutiques et la médecine (Hazzit *et al.*, 2015 in Bernaoui et Louetri, 2018). Parmi elles celles du genre *Origanum* qui est représenté par trois espèces botaniques très répandues.

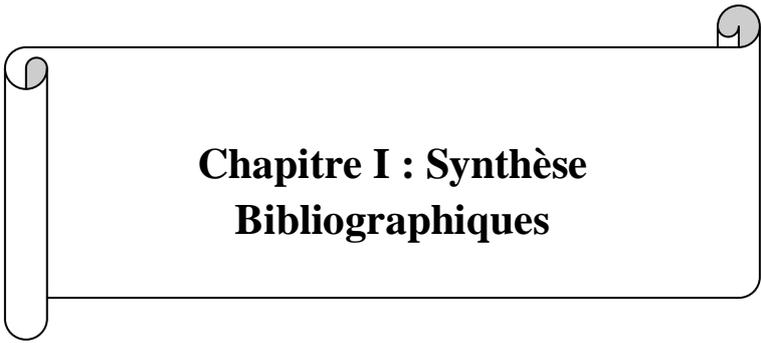
En effet, l'objectif de notre travail est comme suivi :

Tester l'effet antifongique de cette plante sur le champignon phyto-pathogène a intérêt économique important et qui est l'agent causal des brûlures alternariennes de la pomme de terre à savoir *Alternaria solani*.

Ces travaux sont décrits dans le présent manuscrit qui est composé de trois parties :

- La première partie, consacrée à l'étude bibliographique, avec une description botanique de la pomme de terre ainsi que celle de l'Alternariose et les différentes méthodes de lutte. Aussi une description botanique générale de l'espèce étudiée *Origanum floribundum*.
- Au niveau du deuxième chapitre, nous présenterons le matériel et méthodes utilisés.
- Le troisième chapitre sera consacré aux résultats obtenus, leurs interprétations et une discussion.

Le manuscrit sera achevé par une conclusion avec les perspectives envisagées.



**Chapitre I : Synthèse
Bibliographiques**

I. La pomme de terre

1. Généralité sur la pomme de terre :

La pomme de terre *Solanum tuberosum* L. appartient à la famille des Solanacées, c'est une plante herbacée, annuelle, tubéreuse, à multiplication végétative, originaire des pays des Andes (Arakawa *et al*, 1999).



Figure 01 : Plante de la pomme de terre (SRPV Alger 2023).

2. Classification de la pomme de terre :

Elle appartient à la famille des Solanacées qui comprend 2000 espèces, dont la tomate, poivron, l'aubergine, le tabac et le pétunia. Le genre *Solanum* est polymorphe et regroupe plus de 1000 espèces qui sont surtout présentes dans les régions tropicales et subtropicales du globe (Fernald1970 ; Spooner and Knapp 2013).

Position taxonomique (USDA, NRCS, 2010)

- ❖ **Règne** : Plantes (règne végétal)
- ❖ **Sous-règne** : Trachéobiontes (plantes vasculaires)
- ❖ **Super-embranchement** : Spermatophytes (plantes à graines)
- ❖ **Embranchement** : Magnoliophytes (plantes à fleurs)
- ❖ **Classe** : Magnoliopsides (dicotylédones)
- ❖ **Sous-classe** : Astéridées
- ❖ **Ordre** : Solanales
- ❖ **Famille** : Solanacées

- ❖ **Sous-famille** : Solénoïdes
- ❖ **Genre** : *Solanum* L.
- ❖ **Section** : *Petota*
- ❖ **Sous-section** : *Potatoe*
- ❖ **Série** : *Tuberosa*
- ❖ **Espèce** : *Solanum tuberosum* L

3. Morphologie :

Les différentes espèces et variétés de la pomme de terre ont des caractéristiques botanique différentes. C'est pour cela qui il est important de bien connaitre les différentes parties de la plante (ANONYME, 1999).

La plante de pomme de terre est constituée de deux parties :

- **Partie aérienne** : tige, feuilles, fleurs, fruits.
- **Partie souterraine** : racines, stolons, tubercules. (Figure 2)

1.1. Partie aérienne :

a. Tiges :

Selon KHEDIR et LETOUFA (2008), tiges aériennes (tige principale et latérales), au nombre de 2 à 10, parfois plus et ont un port plus au mois dressé et une section irrégulière

b. Feuilles :

Les feuilles composées qu'elles portent permettent, par leurs différences d'aspect et de coloration, de caractériser les variétés. <https://agronomie.info>.

c. Fleurs :

Les fleurs, dont la couleur et le nombre caractérisent les variétés. Sont généralement autogames, mais souvent stériles. <https://agronomie.info>.

d. Fruits :

Les fruits ou baies qu'elles produisent contiennent des graines dont l'intérêt est nul en culture (SOLTNER, 1979).

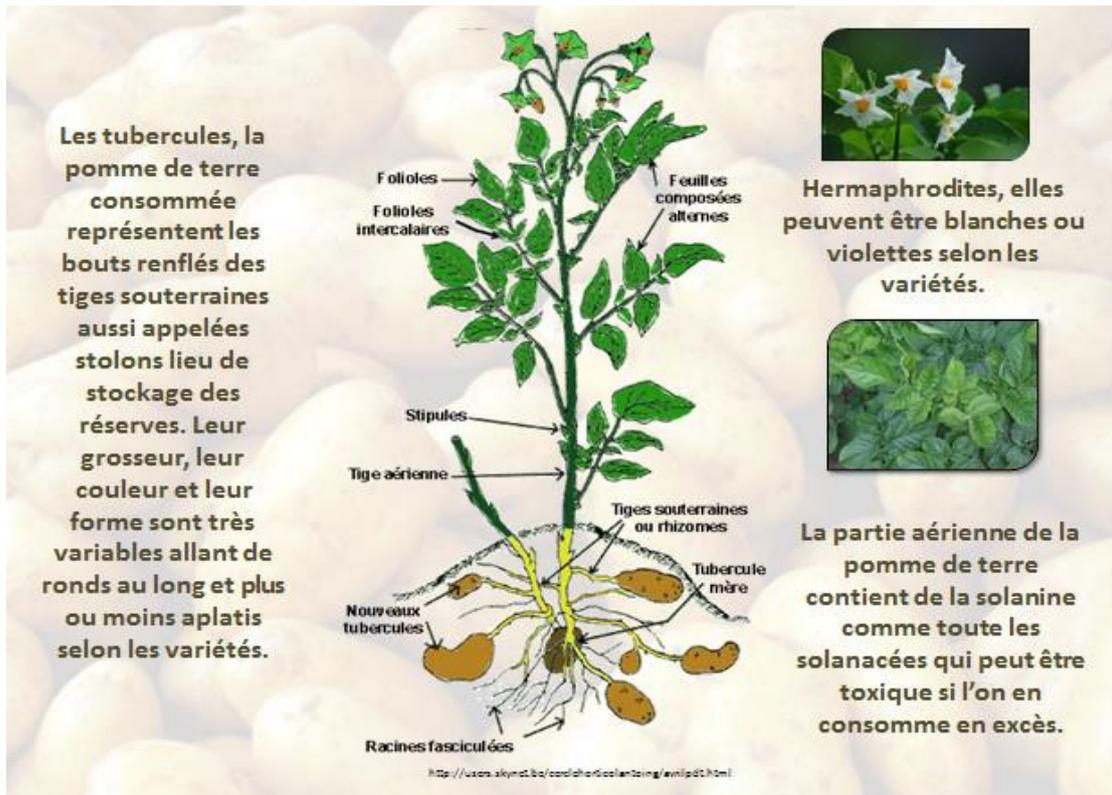


Figure 02 : Caractérisation morphologique de la pomme de terre .

1.2. Partie souterraine :

a. Racine :

Les racines, nombreuses et fines, fasciculées et peuvent pénétrer profondément le sol, s'il est suffisamment meuble. (SOLTNER, 1979).

b. Stolons :

Les tiges souterraines ou rhizomes, ou stolons, sont courtes et leurs extrémités se renflent en tubercules. (SOLTNER, 1979).

c. Tubercule :

Ces tubercules sont les organes de conservation qui permettent de classer la pomme de terre parmi les plantes vivaces à multiplication végétative (SOLTNER, 1979). Il peut être de grosseur et de forme variable, allant de rond oblongue à long et plus au moins aplati selon les variétés (ANONYME, 1999).

4. La pomme de terre en Algérie :

La pomme de terre est l'un des produits les plus importants pour l'alimentation de la population algérienne, elle occupe la deuxième place après le blé (KECHID, 2005) c'est l'un des **produits** agricoles stratégiques pour l'Algérie, elle est l'une des principales cultures destinées à la consommation domestique. La production a augmenté entre les années 2000 et 2019, passant approximativement de 10 millions à plus de 50 millions de quintaux. La

production de la pomme de terre d'arrière-saison est assurée à mesure de 64,5 % par les wilayas d'El Oued, Ain Defla, Bouira et Mascara. (PASA)

La production nationale durant la dernière décennie (2003-2014) a augmenté de 1879918 tonnes en 2003 à 4673516 tonnes en 2014 pour une augmentation de la surface cultivée de 88660 hectares en 2003 à 153313 hectares en 2014. L'accroissement du rendement est aussi très significatif, de 21,20 tonnes par hectares en 2003 à 30,48 tonnes par hectare en 2014, c'est en dehors de la production de semences qui montre une nette augmentation durant cette période (FAOSTAT, 2016).



Figure 03 : Culture de la pomme de terre.

Tableau 01 : Evolution de la pomme de terre en Algérie entre (2012-2021).

Année	Quantité (Tonnes)
2012	4219476
2013	4886538
2014	4673515,5
2015	4539577
2016	4759676,63
2017	4606402,4
2018	4653322,15
2019	5020249
2020	4659482
2021	4360880

La wilaya d'El Oued représente 22% de la superficie consacrée à la pomme de terre. D'ailleurs, la production de la pomme de terre est extrêmement concentrée.

En effet, la moitié de la surface agricole consacrée à la culture de la pomme de terre se situent sur 7 wilayas : El oued, Mascara, Mostaganem, Tiaret, Bouira, Chlef et Ain Defla. (Timacagro).

5. Valeur nutritive de la pomme de terre :

La pomme de terre renferme globalement **78 %** d'eau pour **22%** de matière riche (Bitam,1994). (Figure 3)

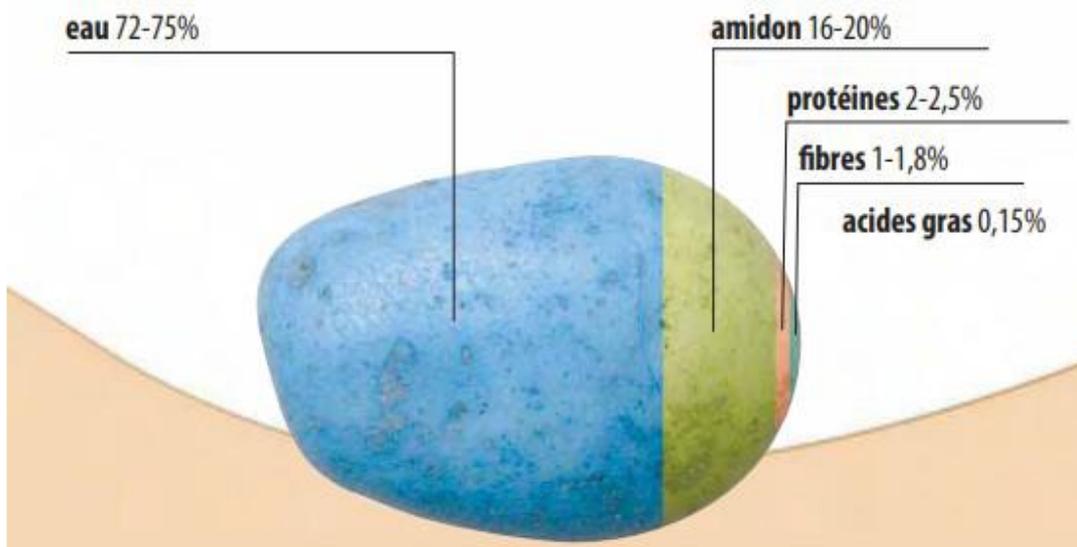


Figure 04 : Composition chimique de la pomme de terre (Bitam, 1994).

Riche en glucides, en potassium, en magnésium aussi en fibres, la pomme de terre est considérée comme un légume complet et participe à un bon équilibre alimentaire associé à un régime varié. Elle contient une quantité impressionnante de vitamines et de minéraux ayant des effets bénéfiques pour la santé. (FAO, 2008).

6. Cycle biologique de la pomme de terre :

Le cycle de développement de la pomme de terre varie de 85 à 165 jours selon que la variété est précoce, semi-tardive ou tardive. Ce cycle comprend quatre phases différentes (Perennec et Madec, 1980).

- a. **La phase du développement végétatif :** cette phase s'étale sur 30 à 60 jours allant de la plantation à l'initiation des tubercules selon la variété cultivée et les conditions de l'environnement. Après la plantation, un œil germe puis donne des racines adventives qui se développent rapidement. La plantule se nourrit du tubercule mère durant ce stade.
- b. **La phase de tubérisation :** elle s'étale sur deux semaines depuis l'initiation des premiers tubercules jusqu'à l'initiation de tous les tubercules. Le développement racinaire atteint son maximum.

- c. **La phase de gonflement des tubercules** : elle dure de 30 à 60 jours ; durant cette phase, le développement végétatif atteint son maximum. On assiste à la floraison et les tubercules accumulent la majorité des substances nutritives provenant de la photosynthèse (80% du poids final des tubercules est pratiquement atteint).
- d. **La phase de maturation des tubercules** : représente les derniers 10 à 24 jours de croissance. Elle se caractérise par la senescence de la plante, par la chute des feuilles ainsi que l'affaiblissement du système racinaire. Les tubercules atteignent leur maximum de développement.

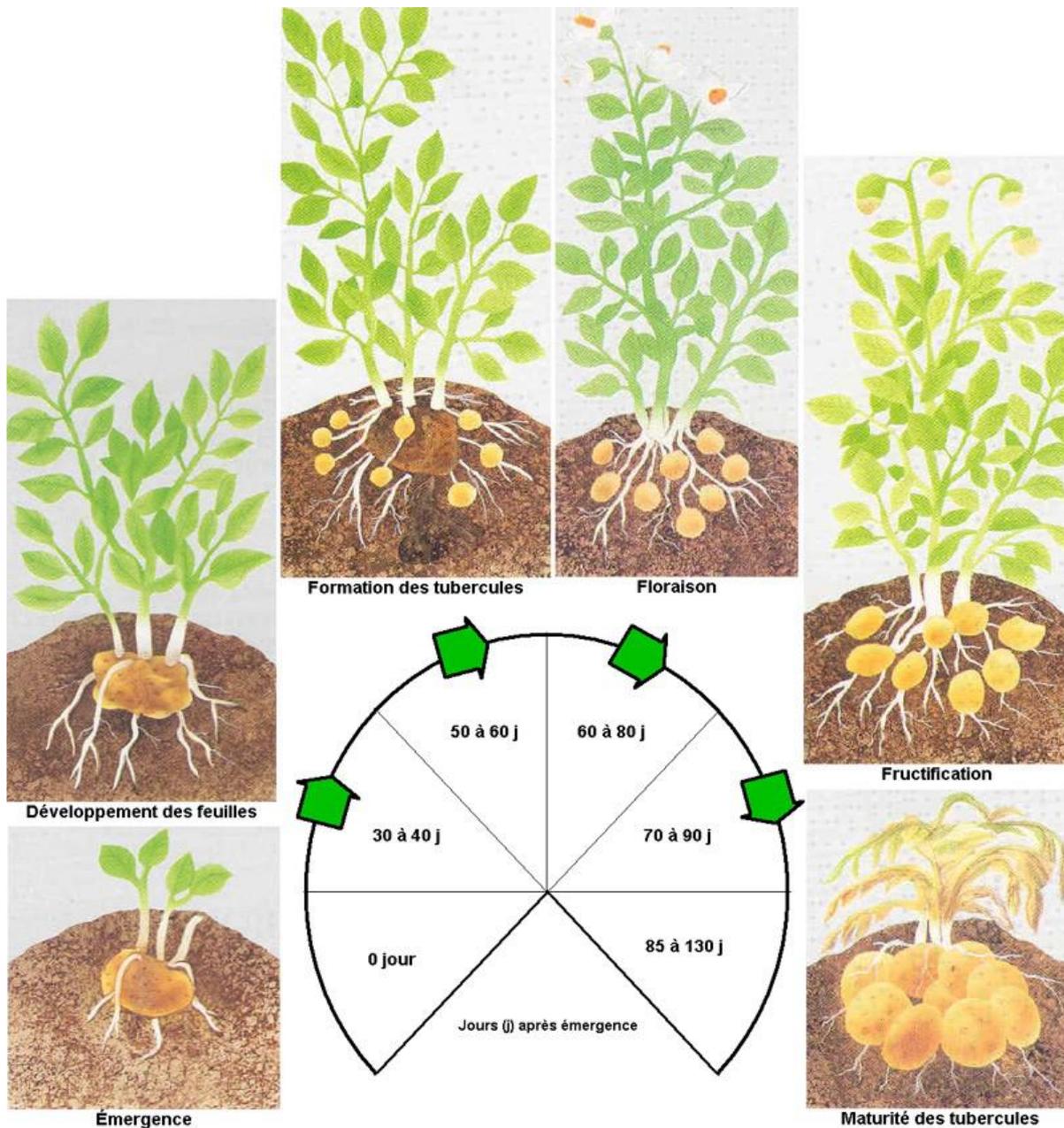


Figure 05 : Cycle de croissance et de développement de la pomme de terre (Kotchi, 2004).

7. Les Maladies de la pomme de terre :

Les maladies qui touche la pomme de terre :

Tableau 2 : les maladies les plus courantes des pommes de terre.

Maladies	Agent causal	Symptômes	Image
Mildiou	Phytophthora infestans	<ul style="list-style-type: none"> - Sur les feuilles face Supérieure : des taches huileuses jaunâtres à vert clair qui brunissent et sèchent. - Face inférieure : un duvet blanc. - Tiges : mémé symptômes que face supérieure des feuilles. - Tubercules : taches irrégulières gris plomb coloration brun rouille des tissus, pourriture sèche évoluant parfois en pourriture humide (bactériose).(INPV). 	
Alternariose	<ul style="list-style-type: none"> -Alternaria solani. -Alternaria alternata 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur feuilles : La maladie s'attaque en général au feuillage de la pomme de terre après la floraison en commençant par les étages foliaires inférieurs. Elle peut provoquer une sénescence précoce des plantes. Manifeste par des taches nécrotiques brunes de taille variable, avec des anneaux concentriques sur les taches importantes. - Sur tubercules : En cours de stockage, des taches brunes déprimées peuvent apparaître sur les tubercules. 	
Brun Rhizoctone	Rhizoctone solani	<ul style="list-style-type: none"> -un enroulement et un jaunissement du feuillage. -un aspect chétif des plantes. -une tubérisation groupée a la base de la tige. http://plantdepommeeterre.org/index/rhizoctone-brun -Sur plantule : En conditions froides et humides : levées irrégulières ou tardives des plantes. Taches brunes profondes sur germes, plantules et radicelles, entraînant mort ou retard de croissance. -sur tubercule : petits amas noirs très 	

		<p>dur en surface (sclérotés). Tubercules filles petits, difformes, anguleux, avec desquamation</p> <p>https://www.agrifind.fr/alertes/pomme-de-terre/pomme-de-terre-rhizoctone-brun/</p>	
La gale argentée	Heminthosporium solani	<p>Ne provoque pas de symptômes en végétation : Elle affecte uniquement les tubercules et s'exprime après la récolte.</p> <p>-Sur tubercules :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zones claires, argentées, bien visibles sur les variétés à peau rouge. • Ces zones s'étendent et développent de très fines ponctuations noires (conidiophores) ; c'est la fructification du champignon. • Décollement de l'épiderme qui favorise la déshydratation et le flétrissement du tubercule. <p>Les symptômes sont très peu visibles à la récolte. Ils se manifestent pendant le stockage des que les conditions sont favorables.</p>	  
La teigne	Phthorimaea operculella zeller	<p>Cause d'importants dégâts sur la pomme de terre aussi bien en plein champ que dans les lieux de stockage.</p> <p>Ces dégâts sont causés par les larves par minage des feuilles et des tubercules. (INPV).</p>	  
Gèle commune	Terptomyces scabies	<p>D'abord par la présence de lésions minuscules brun rougeâtre au niveau des lenticelles des jeunes tubercules. Les lésions s'agrandissent, virent au foncé et forment des zones galeuses circulaires, les unes isolées, les autres réunies en de grandes plaques subéreuses. Parfois ce sont des taches superficielles rugueuses, parfois de profondes et grosses croûtes.</p> <p>https://agronomie.info/fr/galecommune-de-pomme-de-terre/</p>	 

<p>Nemato de A Kystes</p>	<p>Globodera rostochiensis et globodera pallida</p>	<p>Les premiers symptômes se traduisent par des retards de croissance et une végétation faible et rabougrie qui se manifestent sous forme de taches au milieu d'un culture d'apparence normale. En arrachent une plante. On constate que les racines brunissent. Se ramifient anormalement et prennent un aspect buissonnant. Les tubercules sont petits et peu nombreux. La production devient faible. Parfois inférieure au poids des semences utilisées.(INPV).</p>	  
<p>La jambe noire</p>	<p>Erwinia</p>	<p>Les plantes infectées présentent des tiges qui flétrissent avec une coloration brun-noir de la partie souterraine et jusqu'à quelques centimètres au-dessus du sol sur la tige. On peut aussi noter au champ un flétrissement des feuilles des pousses terminales qui vont dépérir plus tard.</p> <p>https://agrichem.dz/detailfleu/52/la-jambe-noire/</p>	 
	<p>Leptinotarsa decemlineata</p>	<p>Les feuilles et les tiges sont dévorées.</p> <p>https://www.lepotiron.fr/potiblog/nos-fiches/legumes/la-pomme-de-terre/maladies-et-ravageurs-de-la-pomme-de-terre/.</p>	

II. Alternariose :

1. Généralité :

L'Alternariose est une maladie fongique causée par un champignon : *Alternaria solani*, cette maladie est la plus commune de la culture maraichère comme la pomme de terre, tomate, aubergines, piments, le champignon peut apparaître durant le cycle de la pomme de terre et peut causer des dégâts importants sur la tige la feuille et les fruits. Il est important d'intervenir très tôt et très rapidement afin de circonscire la maladie et empêcher son développement.

2. Exigences de croissance :

L'Alternaria se développe sur une variété de substrats. Il peut croître à des températures de 2°C à 32°C (croissance optimale entre 25 et 29°C). Le pH optimal est de 4,0 à 5,4.

C'est un champignon phyto-pathogène présent dans les régions tempérées et tropicales des anciens et des nouveaux mondes, provoquant chez les plantes de la famille des solanacées, notamment la tomate et la pomme de terre, mais aussi le piment et l'aubergine, une maladie appelée " l'alternariose " ou " brûlure alternarienne ".

La position taxonomique :

- **Règne :** fungi.
- **Division :** Ascomyocota.
- **Sous division :** pezizomyocetina.
- **Classe :** Dothideomycetes.
- **Ordre :** pleosporales.
- **Famille :** *pleosporaceae*.
- **Genre :** *Alternaria*. (Nom binominal *Alternaria Solani* (Sorauer, 1896).

3. Cycle biologique :

L'alternariose est favorisée par un cycle infectieux similaire pour toutes les espèces d'Alternaria, responsable de cette maladie (FARRAR *et al*, 2004). Ce cycle est divisé en plusieurs stades : conservation, pénétration et invasion, sporulation puis dissémination.

a. Conservation :

L'Alternaria peut se conserver dans les résidus de culture, les sols contaminés et les tubercules infectés durant plusieurs années (CHRISTINE, 2000). Les Chlamydospores (spores issues de multiplication asexuée chez de nombreux champignons) peuvent également servir de structure de survie (BASU, 1974). Elle serait aussi capable de se maintenir d'une saison à l'autre sur d'autres solanacées comme la pomme de terre, l'aubergine, poivron (BLANCARD *et al*, 2012).

b. Pénétration et invasion :

Une fois les spores d'Alternaria sont en contact avec les cellules végétales, elles sont capables de germer et produisent un ou plusieurs tubes germinatifs, la pénétration dans les tissus végétaux se fait soit directement à travers les stomates ou les blessures (AGRIOS, 2005) ou soit par pénétration enzymatique, cette stratégie est la plus évidente chez les

Alternaria. La colonisation de l'hôte est facilitée par des enzymes (cellulase, pectine galacturonase de méthyle). Le champignon envahit rapidement les tissus foliaires, les lésions deviennent visibles 2 à 3 jours après l'infection, la production de spores se produit 3 à 5 jours plus tard (BLANCARD *et al*, 2012).

c. Sporulation et dissémination :

Les conidies et les conidiophores sont produits dans des intervalles de températures compris entre 8 et 28°C, en présence d'une humidité relative de 96 à 100% (STRANDBERG, 1992).

Les spores sont disséminées par le vent, la pluie et les insectes ; les conidies produites assurent des contaminations secondaires et par la suite plusieurs cycles parasitaires peuvent avoir lieu dans la culture (BLANCARD *et al*, 2012). (Figure 6)

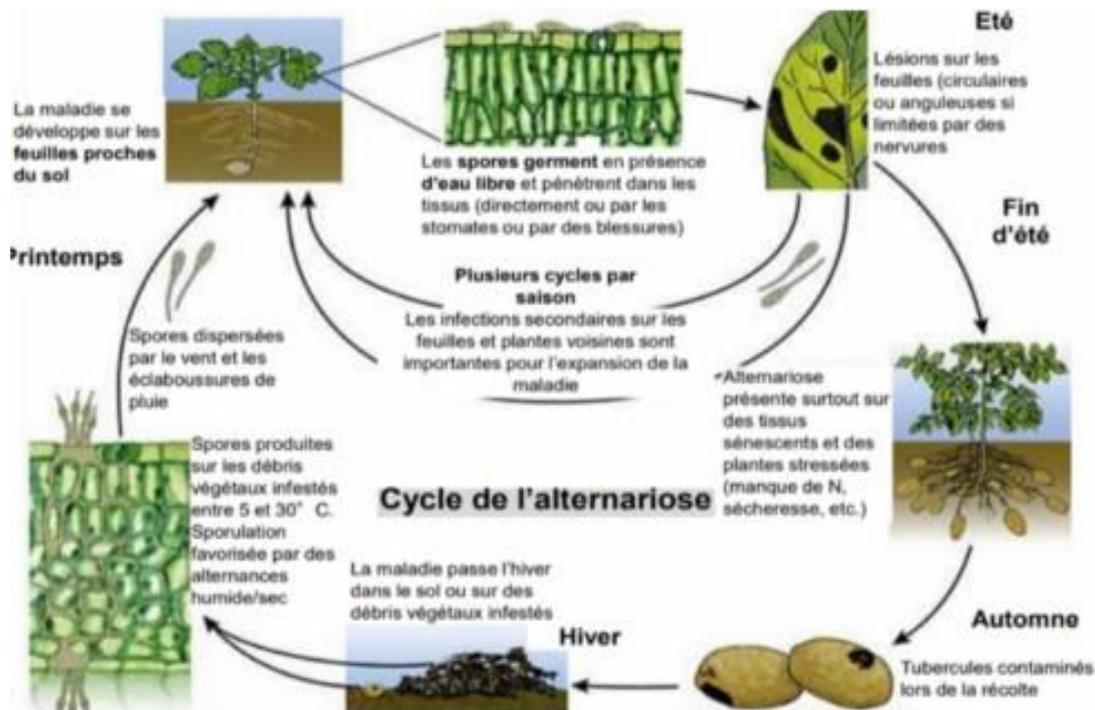


Figure 06 : Cycle de l'alternariose (ANDRE,2016).

4. Symptôme de maladies Alternariose :

La maladie se reconnaît facilement par les cercles concentriques rapprochés qui se forment à l'intérieur des taches. Celles-ci se fondent parfois en grandes plages de tissus nécrosés et provoquent un enroulement des feuilles qui rappelle celui de la brûlure apicale. Le temps chaud et humide aggrave la maladie qui peut entraîner la mort, la brûlure précoce peut affecter le feuillage, les tiges et dans des cas plus sévères, les fruits. C'est une maladie fongique qui affecte les cultures des Solanacées dans le monde entier (BATISTA *et al*, 2006).

- **Sur feuille :** Les premiers symptômes apparaissent sur les feuilles de la base, puis ils s'étendent au reste du feuillage. A la face supérieure des feuilles on observe des taches dispersées, très bien délimitées, brunes à brun-noir de type nécrotique avec un contour anguleux, de quelques mm jusqu'à 2 cm de diamètre. Sur les plus grosses taches, on voit à l'œil nu des anneaux concentriques. Les plages desséchées peuvent se déchirer, tomber et se rejoignant de proche en proche, provoquer le dessèchement et la mort de la feuille toute entière (MICHEL, 1991). (Figure 7)



Figure 7 : Symptômes sur feuille (Exploitation privée a la commune de Ouled Moussa, Wilaya de Boumerdes).

- **Sur tige :** Les tiges attaquées par l'Alternaria présentent des plages superficiellement colorées en brun, qui s'agrandissent avec le développement de la maladie, puis le dessèchement de la tige peut entraîner sa mort ou celle de toute la plante (MICHEL, 1991). (Figure 08)



Figure 8 : Symptômes sur la tige (Zerigui et Mouzaoui, 2018).

- **Sur tubercule :** En culture, les attaques sur tubercules sont très peu courantes. Elles résultent d'atteintes ayant eu lieu lors de la récolte ou de la mise en conservation, lorsque des spores d'*Alternaria* entrent en contact avec la chair des tubercules mal indurés et/ou blessés. Les symptômes sont des taches (jusqu'à quelques cm) en dépression, de couleur brun – violet ou noir métallisé. Couleur brun – violet ou noir métallisé. Sur les bords, la peau est quelque peu plissée ou soulevée. Le tissu atteint est dur et sec, mais séparé du tissu sain par une zone humide et jaunâtre (DANIEL, 2006). Il n'y a pas de lien entre des attaques plus ou moins importantes du feuillage, et des atteintes ultérieures des tubercules. La contamination des tubercules aura lieu surtout en cas d'induration insuffisante, de récolte par temps (trop) sec et lorsque les tubercules sont blessés (coupures, coups mécaniques) (DANIEL, 2006). (Figure :09)



Figure 9 : symptômes Sur tubercule (Exploitation privée à la commune de Ouled Moussa, Wilaya de Bouverdes).

5. Méthode de lutte :

L'alternariose de la pomme de terre réduit considérablement les rendements à la fois qualitatifs et quantitatifs. Afin de contrôler efficacement cette maladie, plusieurs procédés de lutte sont appliqués. Il n'existe pas de lutte curative pour contrôler le développement et l'extension de la maladie, l'ensemble de la « lutte » se basera sur la prophylaxie et les mesures préventives :

Les mesures prophylactiques : Les bonnes pratiques culturales contribuent à minimiser l'incidence et la propagation de la maladie, elles comprennent :

- ✓ L'utilisation des tubercules sains (le champignon peut être transmis par les semences).
- ✓ Eviter les stress nutritionnels qui provoquent une sénescence accélérée.
- ✓ Limiter la conservation de l'inoculum en éliminant les débris de culture.
- ✓ Le choix des variétés moins sensibles.

Moyens de lutte de Alternaria:

L'alternariose de la pomme de terre réduit considérablement les rendements à la fois qualitatifs et quantitatifs. Afin de contrôler efficacement cette maladie, plusieurs procédés de luttés appliquées.

a) Lutte chimique : Elle consiste à l'application des fongicides homologués et appropriés contre l'Alternariose Indiqués dans le tableau (Index des produits phytosanitaires à usage agricole Edition 2017 Avec la nouvelle liste 2022) dès l'apparition des premiers symptômes. Les traitements doivent être renouvelés après des fortes pluies et des irrigations, car ces derniers favorisent l'extension de la maladie.

b) Pratiques culturales : Les bonnes pratiques culturales contribuent à minimiser l'incidence et la propagation de la Maladie de la brûlure foliaire, elles comprennent l'utilisation de semences propres et la rotation des cultures assez longues, de l'ordre de 3 à 4 années, faisant intervenir des céréales à petits grains comme le maïs, qui sont souvent envisagées dans les parcelles fortement affectées. Il convient aussi d'éliminer complètement les débris de plantes à la fin de la saison de récolte pouvant servir d'hôtes intermédiaires (BLANCARD et al., 2012). Sachant aussi, les différentes techniques d'irrigation agissent directement sur la survie et la dispersion de l'inoculum au sein des cultures, elle varie selon la technique appliquée (déversement, irrigation à la raie, irrigation au goutte à goutte, aspersion). Une bonne gestion de celle-ci constitue un moyen de lutte efficace contre Alternaria qui persiste dans les débris secs de pomme de terre et de tomate et qui produit ses spores la nuit, l'aspersion faite pendant le jour accroît fortement l'infection (LEPOIVRE, 2003).

c) Lutte biologique : L'utilisation des extraits de plantes et produits naturels est très encouragés, car ces produits sont sans danger pour la santé et ne causent pas de pollution (MAMGAIN et al, 2013). Plusieurs travaux au laboratoire menés sur différents tissus végétaux, tels que les racines, les feuilles, les graines et les fleurs possèdent des propriétés bactéricide, fongicide et insecticide (DAVICINO et al, 2007).

Dans les mêmes registres, divers extraits de plantes, des huiles végétales (Acacia concinna, Bassia latifolia, Azadirachta indica...) permettront de limiter le développement de ce parasite (BLANCARD et al, 2012). Aussi, les travaux de NIKUMBH et SALER (2011) qui constituent à tester l'effet des extraits de plantes sur le pathogène de l'oignon *A. alternaria*, notamment l'extrait de feuilles d'*Annona Squamosa*, qui a inhibé la croissance du

Champignon de 91,13% et 68,35% à concentrations de 50% et 100%, respectivement tandis que les extraits de *Withania somnifera* L. ont inhibé de 54,09% et 36,60% par rapport aux autres extraits de plantes, le mélange de trois extraits de plantes (*Cassia*, *Argémone*, *Parthenium*) a donné de meilleurs résultats par rapport aux extraits de plantes testés individuellement. Les propriétés antagonistes des *Trichoderma* spp. S'expliquent par la compétition pour les éléments nutritifs, (l'antibiose ainsi que le parasitisme (YEDIDIA et al, 2000). *Trichoderma* spp. Est commercialisé pour lutte contre les agents de fonte de semis, il occupe 50% des BCA (Biological contrôle agent) fongique mis sur le marché (VERMA et al, 2007).

Un autre exemple de travaux menés sur *Bacillus* spp. Autant qu'agents de lutte contre les pathogènes des produits récoltés et stockés (SHARMA et al., 2009). Le premier travail sur le contrôle de la pourriture brune des fruits à noyau par *Bacillus subtilis* était initié par PUSEY et WILSON (1984) ; depuis, beaucoup d'antagonistes ont été identifiés et utilisés pour le Contrôle de l'alternariose sur différents fruits et légumes.

III. Huile essentielle.

1. Définition d'une huile essentielle :

On appelle huile essentielle ou parfois « essence végétale » le liquide concentré et hydrophobe des composés aromatiques (odoriférants) volatils d'une plante. Il est obtenu par extraction mécanique ou distillation à la vapeur d'eau ou distillation à sec.

Le terme « huile essentielle » est défini à la fois par l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament (ANSM) pour les usages pharmaceutiques et cosmétiques et par l'AFNOR/ISO pour les usages aromatiques et alimentaires.

Définition ANSM (mai 2008) : « Produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement par la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, ou par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition. »

Il est d'usage de faire la distinction entre les « huiles essentielles » issues de distillation de végétaux sans autre modification, et les « essences », qui peuvent faire l'objet d'adjonctions chimiques. L'obtention des huiles essentielles se fait soit par entraînement par la vapeur d'eau

dans une opération de distillation, soit par distillation sèche, soit par expression à froid (zestes). (1999).

La quantité d'huile essentielle contenue dans les plantes est toujours faible, parfois très faible, voire infime.

2. Composition chimique des huiles essentielle :

C'est un mélange de molécules variées, comprenant en particulier des terpènes (hydrocarbures non aromatiques), c'est-à-dire dérivés de l'isoprène et non du benzène, et des composés oxygénés (alcools, aldéhydes, cétones).

3. Classification chimique des huiles essentielles :

Sont classées usuellement selon la nature chimique des principes actifs majeurs, plus rarement sur le mode d'extraction (infra), ou les effets biologiques (infra : pharma/cosmeto ou sanitaire.) On retient huit classes principales (les carbures sesquiterpéniques et terpéniques, les alcools, les esters et alcools, les aldéhydes, les cétones, les phénols, les éthers et les peroxydes). (Maloine, 1979), avec les composants importants suivants :

- Huiles essentielles riches en carbures terpéniques et ses qui terpéniques.
- Huiles essentielles riches en alcools.
- Huiles essentielles mélanges d'esters et d'alcools.
- Huiles essentielles riches en aldéhydes.
- Huiles essentielles riches en cétones.
- Huiles essentielles riches en phénols : HE de thym (thymol), HE de sarriette (carvacrol), HE d'origan (thymol et carvacrol), HE de girofle (eugénol).
- Huiles essentielles riches en éthers.
- Huiles essentielles riches en peroxydes.
- Huiles essentielles sulfurées.

Note : La plupart des huiles essentielles sont constituées dans leur grande majorité d'un mélange assez complexe de monoterpènes, de sesquiterpènes, d'alcools, d'esters, d'aldéhydes, d'oxydes, etc.

4. Les propriétés des huiles essentielles :

Les huiles essentielles ont de nombreuses propriétés médicinales en commun, elles sont efficaces pour de nombreux germes et virus ainsi que les mycoses. Chaque huile essentielle à sa spécificité thérapeutique, il est nécessaire de suivre les conseils de la fiche technique du fabricant ou de lire de la bibliographie très spécialisée, de préférence écrit par des médecins ou des pharmaciens. ([Htpps://fr.labo-hevea.com/donnloads/-E_ffr.pdf](https://fr.labo-hevea.com/donnloads/-E_ffr.pdf)).

5. Rôle physiologique des huiles essentielles :

Les plantes aromatiques produisent des huiles essentielles en tant que métabolites secondaires, mais leur rôle exact dans les processus de la vie de la plante reste inconnu (RAI et al, 2003). Certains auteurs pensent que la plante utilise l'huile pour repousser ou attirer les insectes, dans ce dernier cas, pour favoriser la pollinisation. D'autres considèrent l'huile comme source énergétique, facilitant certaines réactions chimiques, conservent l'humidité des plantes dans les climats désertiques (BELAICHE, 1979). Certaines huiles essentielles servent à la défense des plantes contre les herbivores, insectes et micro-organismes (CAPO et al, 1990).

Huile essentielle d'Origan- *Origanum floribundum* Munby :

6. Historique :

Il existe plusieurs versions sur les origines étymologiques du mot Origanum. la première viendrait du grec 'ori-ganumaï' = qui se plaît dans la montagne, ou 'ori-ganos' =éclat de la montagne (Dubois et al, 2006).

Le mot désigne également une plante d'un parfum pénétrant. L'origan est l'une des plantes majeures de l'antiquité (Ier siècle ap. J.C.).

L'origan était considéré comme panacée (Guerin, 1835 in Sari, 2018), puisqu'on l'utilisait comme anti-infectieux, bactéricide, antitussif, expectorant, carminatif et emménagogue.

L'origan est utilisé depuis très longtemps pour soigner les infections respiratoires (en inhalation) mais aussi diverses maladies de la peau (avec ou sans infection). Tisanes et inhalations, compresses, huile et décoction servaient à l'extérieur comme à l'intérieur du

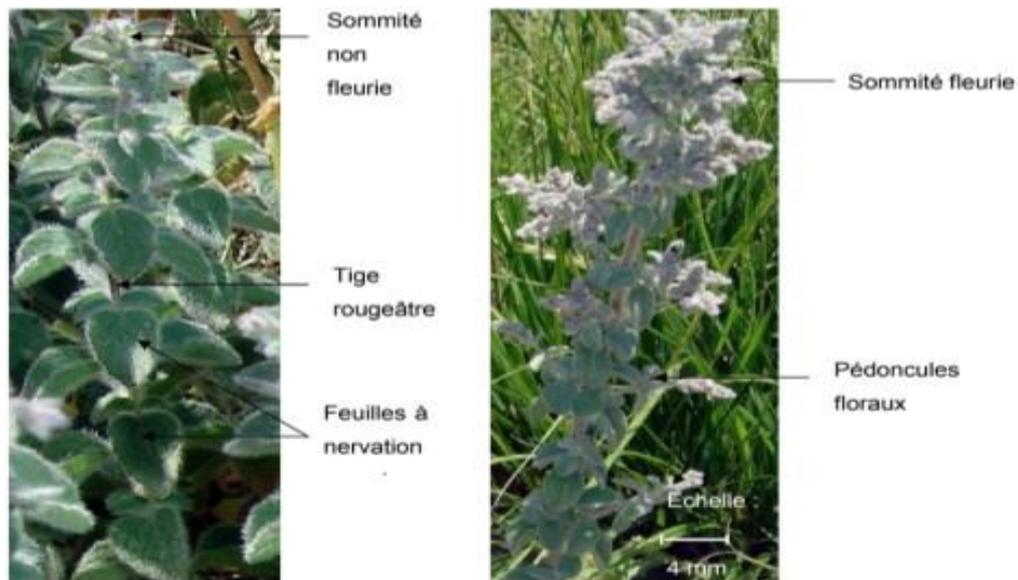
corps. En cosmétique, l'origan est utilisé industriellement pour la parfumerie (Sens-olive, 1979 in Sari, 2018).

En outre, l'origan était déjà connu de l'Egypte des pharaons pour ses vertus antiseptiques. Les médecins Chinois utilisèrent pendant des siècles l'origan pour soigner divers maux (Boullard, 2001).

Au moyen âge, les pèlerins mettaient de l'origan dans leurs chaussures pour soulager leurs pieds, tout comme les centurions romains qui connaissaient déjà les propriétés antiseptiques et anti-inflammatoires de cette plante (Lemhadri et zeggwagh, 2004).

7. Description botanique :

Le genre *Origanum* est constitué de plantes herbacées ou semi-ligneuses. Il mesure de 25 à 85 cm de haut. L'Origan a un aspect sec, d'un vert rougeâtre et totalement recouvert d'un duvet. (Figure 10)



(a) Rameau de la plante

(b) Rameau fleuri *Origanum floribundum*

Figure 10 : Aspect morphologique d'*Origanum floribundum* (a et b). (Original, 2009).

Atteignent des profondeurs variables, en fonction du sol. Les tiges sont dressées rameuses, à section carré à arrêtes saillantes, de teinte rougeâtre et couvertes d'un léger duvet.

Les feuilles sont petites, ovales, opposées pointues à l'extrémité, vertes sur les deux faces, les feuilles inférieures sont pétiolées et les feuilles supérieures sont presque sessiles.

Les étamines sont en nombre de 4, elles sont exsertes, droites, écartes et divergentes. Les deux étamines inférieures sont un peu plus longues. L'ovaire est supérieur, bi-carpellaire et

divisé en 2 loges comportant chacune 2 ovules. La floraison s'effectue entre juin et août, cette fleur produite à maturité 4 graines. Les sommités fleuries sont parsemées de petites glandes contiennent les huiles essentielles qui donnent à la plante son arôme et sa saveur le fruit est constitué de 4 peaux libres et lisses de teinte sombre contenues dans. Le calice devenu coriace.

- Variabilités les botanistes sont identifiés dans le genre *Origanum*, 03 groupes, 10 sections. 43 espèces, 06 sous-espèces et 18 hybrides.
- Écophysiologie l'Origan pousse dans les lieux secs et ensoleillés y compris en montagne, jusqu'à 1500-2000 m d'altitude, l'origan préfère les terrains fertiles et les meubles à tendance calcifiée riches en richesse et en froid.

8. Classification :

Du point de vue phylogénétique, cette espèce appartient au clade des Euagiospermes triaperturées, clade des Eudicotylédones, clade des Astéridées, l'ordre des Lamiales et la famille des Lamiaceae (APG III ,2009).

En Algérie, il existe 3 espèces d'origan :

- *Origanum majorana* L ;
- *Origanum glandulosum* Desf ;
- *Origanum floribundum* Munby (Quezel et Santa, 1963).



Figure11 : *Origanum floribundum* (Originale, 2022).

9. Répartition géographique d'Origan en Algérie :

Les feuilles fraîches et les sommités fleuries de « *Origanum floribundum* Munby » ont été récoltées en avril 2023 dans leur habitat naturel, respectivement dans la région d'El-Hamdania (Parc National de chréa-Blida-). Parc National de Chréa (PNC) : Créé en 1983 et classé en Réserve de Biosphère en 2002, par le programme MAB de l'UNESCO, le PNC est un parc de montagne constituant un carrefour régional et un climat barrière du Nord contre les influences Sud de l'« Algérie. L'objet de sa création est la préservation de ces sites remarquables et de leurs ressources biologiques contre toute atteinte et dégradation (source : PNC, 2013). Le parc comprend trois secteurs qui sont : Chréa, Hammam Melouane et El-Hamdania (figure 12).

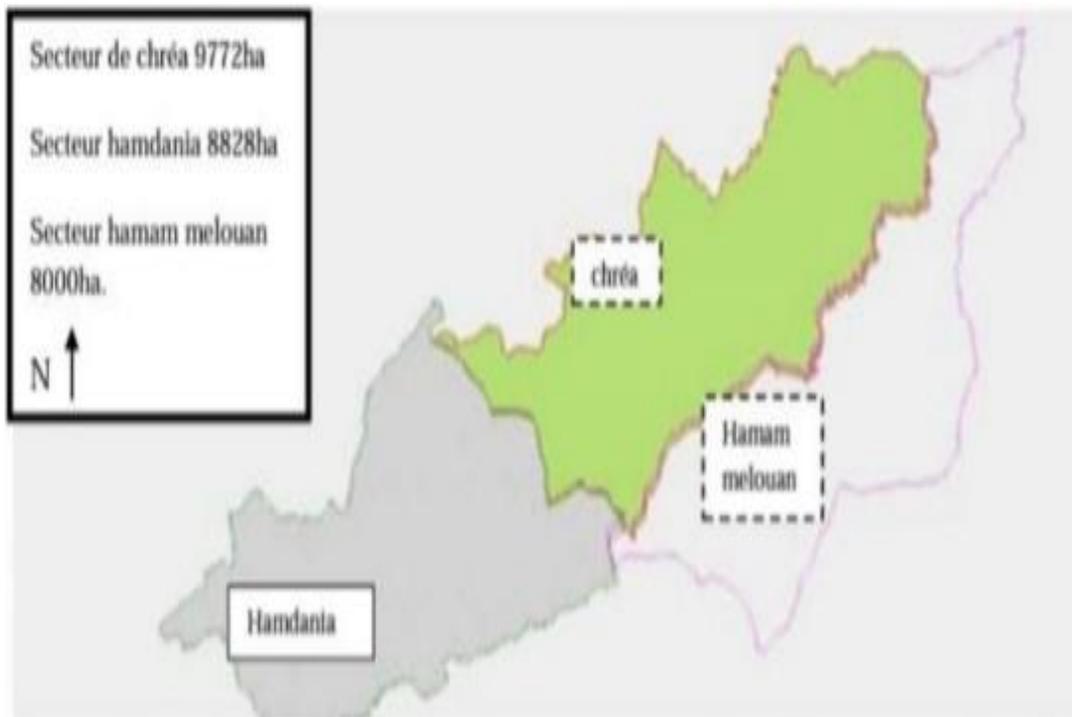


Figure 12 : Présentation des secteurs du parc National de Chréa (Anonyme, 2012 in Bakalem, 2014).

10. Composition chimique d'Origan :

Origanum floribundum est composée a mono terpénoides, ses qui terpénoides , le Carvacrol était le composant principal et les huiles essentielles.(Haloui, M., Louedec, L.,Michel, J.B, Lyoussi, B., 2000). L'origan renferme une essence de couleur jaune à brun foncé, d'odeur phénolique

11. Propriétés de l'Origan :

En Algérie, communément appelé « zaâter », l'origan est une plante essentiellement Médicinale qui jouit d'une grande ferveur populaire (Baba, 1990). Elle est utilisée comme tisane par la population locale pour guérir plusieurs maladies telles que : rhumatismes, toux, rhume et troubles digestifs (Erdogan et Belhattab, 2010). Cette plante possède plusieurs activités tel que :

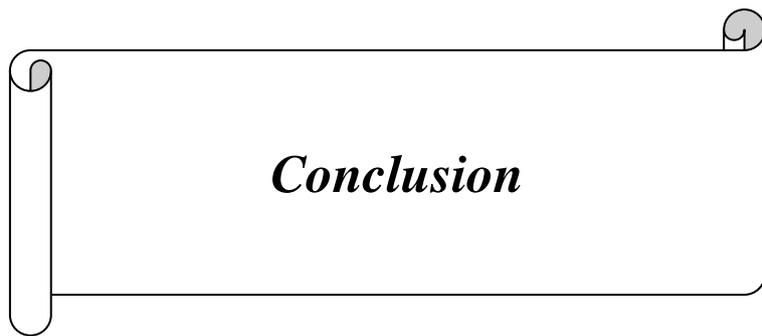
- Activité antibactérienne et antifongique (Kintzios ,2002)
- Activité antioxydant (Kintzios ,2002)
- Activité antispasmodique et urolithique (Kintzios, 2002)
- Activité anti-inflammatoire (Ocana-Fuentes et al. ,2010)
- Activité antiparasitaire (Kintzios, 2002)
- Activité nématocide (Oka et al., 2000)

12. Les principales utilisations de l'Origan :

Utilisation comme épice : Différentes parties de la plante (feuilles, sommités fleuries, tiges...etc.) sont actuellement employées en industrie en tant qu'épices, elle est considérée comme étant l'une des épices les plus répandues dans la région Méditerranéenne (Carmo et al, 1989 ; Baser et al., 1993).

13. Utilisation en médecine traditionnelle :

L'HE d'origan possède un effet antiseptique, elle provoque la menstruation, apaise les nerfs, soulage les maux de tête et de dents. Elle aide aussi à lutter contre les insomnies. L'origan est aussi un anti-inflammatoire, antispasmodique, expectorant, diurétique et Sudorifique. C'est un bon stimulant de l'appareil digestif, il est particulièrement utile dans diverses affections des voies respiratoires (bronchiques et trachéo-bronchites). Il calme la toux En favorisant l'expectoration (Chikhoune,2007).



Conclusion

Au cours de ce travail nous nous sommes intéressés à l'étude de l'activité antifongique d'une huile essentielle faisant partie de l'une des familles les plus importantes de la flore algérienne à savoir l'origan *Origanum floribundum*.

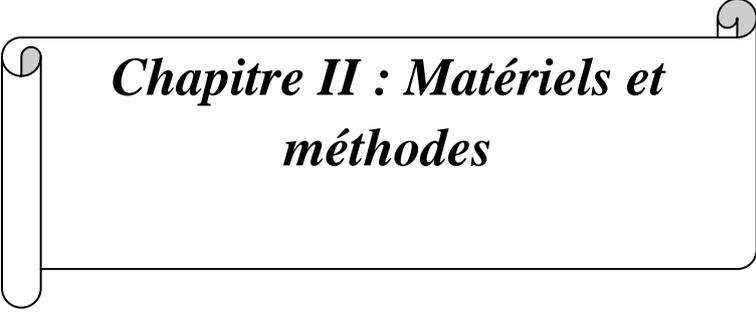
L'évaluation de l'activité antifongique *in vitro* de cette huile contre une espèce de champignon phyto-pathogène *Alternaria solani* après l'avoir extrait par hydro distillation, a été réalisé en utilisant deux méthodes à savoir confrontation directe et par diffusion des huiles à travers l'utilisation des disques.

Les résultats obtenus ont montré que l'huile a présenté une activité antifongique satisfaisante contre le cryptogame uniquement par la méthode de diffusion.

En effet des zones d'inhibition remarquables de croissance ont été notées autour des disques imbibés par l'huile d'origan pour la souche testée et cela même à des forte concentrations 75 % et 100%.

A l'issue de la présente étude, il serait intéressant de compléter ce travail par :

- Une recherche similaire, sur l'activité antibactérienne des huiles essentielles ainsi que l'activité antifongique sur d'autres champignons phyto-pathogènes des cultures à intérêt Économique important.
- Tester d'autres types d'huiles essentielles ou extraits d'autres plantes afin d'identifier leurs pouvoir antimicrobien ou même insecticide en vue de leur utilisation comme moyens de lutte biologique, dans le domaine de la phytopharmacie afin de réduire l'emploi des pesticides et minimiser leurs effets néfastes sur l'environnement et sur la santé humaine surtout.



***Chapitre II : Matériels et
méthodes***

Objectif :

Ce travail a été réalisé au niveau du laboratoire de protection végétale, au niveau de l'institut national de protection des végétaux d'El-Harrach à Alger (INPV). Le but vise à déterminer l'effet antagoniste des extraits huileux d'origan sur *Alternaria* sp, agent causal de l'Alternariose de pomme de terre.

I. Matériel :

1. Matériel non biologique : (Annexes).

2. Matériel biologique :

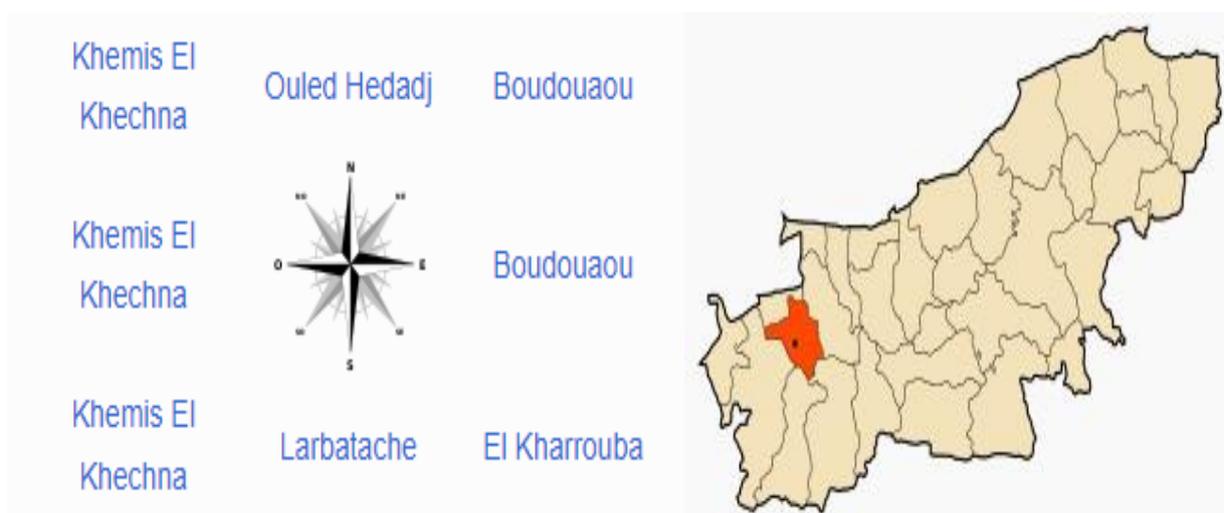
2.1. Souche fongique (*Alternaria solani*) :

Alternaria solani champignon phyto-pathogène utilisé dans notre expérimentation a été isolé à partir de plants de pomme de terre malades collectés à partir d'une exploitation agricole située au niveau de la commune de Ouled Moussa wilaya Boumerdes.

L'isolement et l'identification ont été réalisés au niveau du laboratoire mycologie de la station régionale de la protection des végétaux d'Alger.

• Présentation géographique de la région étudiée :

Cette étude est réalisée dans la région de Ouled Moussa, la commune de la wilaya de Boumerdes dans la daïra de Khemis El Khechna en Algérie. Dont les coordonnées géographiques sont 36° 40' 59" nord, 3° 22' 05" est La commune se situe au sud de la wilaya de d'Alger et Elle dépend de la daïra de Khemis el Khechna.



Communes limitrophes de Ouled Moussa

Localisation de Ouled Moussa (wikipedia)

Figure13 : Présentation géographique d'Ouled Moussa.



Figure14 : Zone de prélèvement des échantillons.

2.2. Matériel végétal (Huile essentielle d’Origanum floribundum) :

Le matériel végétal utilisé est la plante d’Origanum floribundum, collecté au niveau de la région du parc nationale de Chréa, (Wilaya de Blida), les échantillons des plantes récoltés ont été transportés dans des sachets en papier puis, mis à sécher à l’air libre et à l’abri de la lumière pendant 1 mois pour servir à l’extraction de l’huile essentielle.

• Présentation géographique de la région étudiée :

Les échantillons proviennent du forêt du parc national du chréa, un parc montagneux, situé en plein cœur du massif blidéen (partie de l'Atlas tellien). Connus surtout pour sa station de ski à Chréa, il abrite aussi de vastes forêts de cèdres centenaires ainsi que les gorges de la Chiffa et le lac de Dhaya à Tamesguida. Dont les coordonnées géographiques sont N 36° 24' 00", 2° 52' 00" E



Figure15 : Zone de prélèvement d’Origanum floribundum.

II. Méthodes :

1. Extraction d'huile essentielle d'origan :

1.1.Séchage du matériel végétal :

Les feuilles et les sommités fleuries d'origan ont été séchées à une température ambiante dans un endroit aéré et ombragé pendant 40 jours, dans des étagères recouvertes du papier-peint. Afin d'éviter tout dépôt de moisissures (figure 16)



Figure16 : Séchage du matériel végétal.

1.2.Broyage des plantes :

Après le séchage, le matériel est broyé avec un mixeur électrique (figure 17).



Figure 17 : Mixage de la masse végétale.

1.3.Passage des échantillonne :

La poudre obtenue est pesée à l'aide d'une balance de précision, chaque 50g sont mis dans des sachets en plastique et étiqueté.

1.4.Extraction de l'huile essentielle (Hydro distillation par Cl venger) :

Cette technique consiste à placer 50 g de matériel végétal sec dans un ballon à fond rond contenant 200 ml d'eau distillée puis porter à ébullition à l'aide d'un chauffe ballon. Au bout d'une demi-heure de chauffage régulier, l'évaporation commence. Les vapeurs chargées d'huile essentielle passent à travers le tube vertical puis dans le serpentín de refroidissement où aura lieu la condensation. L'appareil est dans (figure 18).

Les gouttelettes ainsi produites s'accumulent dans le tube rempli auparavant d'eau distillée.

L'huile essentielle de faible densité par rapport à l'eau, surnage à la surface de cette dernière.

L'huile ainsi obtenue est récupérée, les vapeurs seront chargées d'eau et de l'huile.

Après condensation, le liquide ainsi obtenue ou le distillat s'écoule goutte à goutte et recueilli dans un flacon collecteur, situé à l'extrémité inférieure du tube réfrigérant.

L'extraction dure environ deux heures, jusqu'à ce que les gouttes condensées ne contiennent plus d'huile à leur surface. Par la suite, l'huile essentielle a été séparée par décantation puis récupérée dans des Eppendorfs préalablement stérilisés à 120 °C à l'autoclave, et enfin couverts les Eppendorfs avec un papier aluminium et conservée à une température base (4- 5 °C).



Figure 18 : Technique d'hydro distillation par cl venger.

La distillation est répétée plusieurs fois et le volume global du distillat est estimé en (ml).

Dans ce travail, nous avons répété l'extraction cinq fois afin d'obtenir 1,5 ml d'huile d'organ pour l'expérience.



1/ Préparation des ingrédients

2/Mélange le tout

3/Séparation d'hydrolat



5/Aspect de l'huile



4/Récupération d'huile

Figure 19 : Etapes d'extraction d'huile essentielle.

Pour détermination du Rendement d'extraction :

Le Rendement des extraits a été calculé par la formule suivant (Toubal et al, 2019) :

Avec :

$$R\% = (M - M_0) / M_T * 100$$

- R% : Taux de la matière extrait
- M : masse du ballon après l'extraction.

- M0 : masse du ballon (avant l'extraction).
- MT : masse total de la poudre végétale utilisée dans l'extraction.

2. Propriété organoleptique :

La caractérisation des propriétés organoleptiques de l'HE est réalisée par une étude sensorielle (Yaacoub et Tlidjane, 2018), en notant : L'odeur : est un sens très sensible qui caractérise les substances naturelles typiques des plantes. La couleur : dépend des composés qui la constituent. Certains solvants ont le pouvoir d'extraire beaucoup de pigments, ce qui intensifie la couleur d'une huile donnée. L'aspect : dépend des produits qui la constituent, qui peuvent nous apparaître sous forme solide, liquide ou bien solide- liquide.

3. Technique d'isolement classique du champignon :

Afin d'étudier l'effet antagoniste des huiles essentielles d'origan, il est nécessaire, d'une part, d'isoler de l'agent pathogène responsable de l'Alternariose à partir des feuilles et/ou collet des plants de pomme de terre infestés. Les échantillons de pomme de terre sont prélevés à partir du champ de Ouled Moussa. L'échantillonnage est effectué en mois de Juin.

- ❖ **A partir des Feuilles :** L'isolement est réalisé à partir de fragments des feuilles présentant les symptômes caractéristiques de l'alternariose. Cinq feuilles malades présentent les symptômes de cette maladie.



Figure 20 : les feuilles infestées isolées.

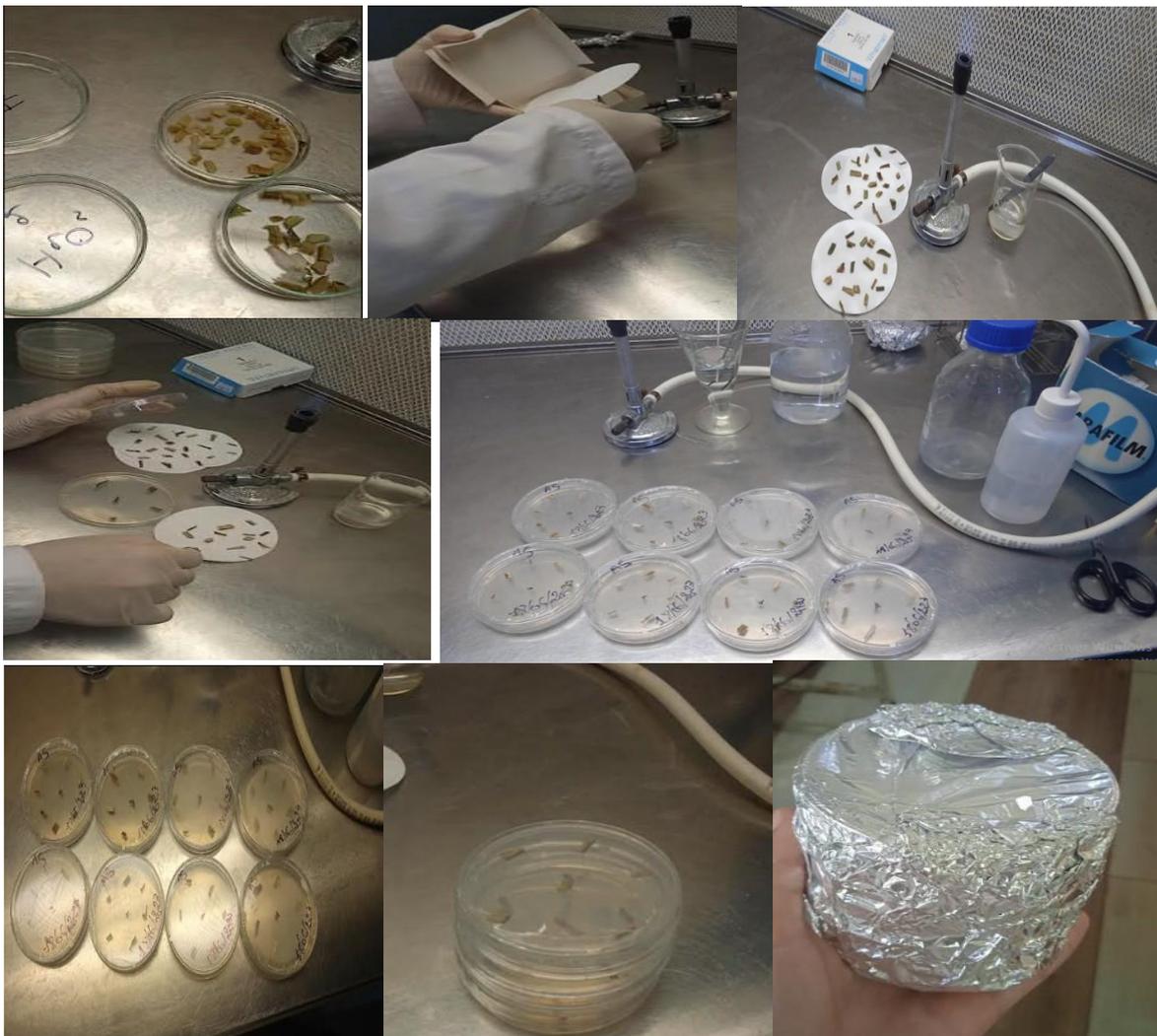
- ❖ **A partir du collet :** L'isolement est réalisé à partir de petits fragments à la base de la tige au niveau du collet, présentant les symptômes caractéristiques de l'Alternariose. Trois collets infestés présentent les symptômes de cette maladie. Les manipulations respectent des conditions aseptiques, les fragments des feuilles et des collets malades sont découpés séparément en petits fragments à l'aide d'un scalpel stérile. Par la suite, ils sont désinfectés par trempage dans 2% d'eau javellisée stérile pendant 5 minutes, puis rincés dans 03 bains successifs d'eau distillée stérile, pendant 5 minutes pour chaque bain, puis séchés sur papier buvard stérilisé. La désinfection est effectuée pour éliminer les microflore exogènes. Ces fragments sont déposés dans des boîtes de pétri,

contenant le milieu de culture PDA (en annexe) qui sont mises à incuber sous une température de 25c° pondant 4 à 7 jours (Figure 21). L'isolement a eu lieu le dimanche 18 Juin 2023, à 10 :00.



Figure 21 : L'isolement à partir du collet.

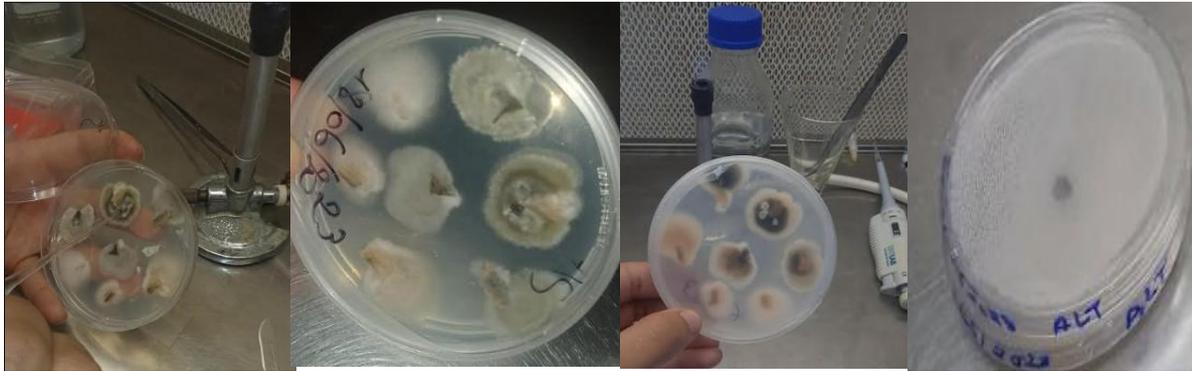
Par la suite, les échantillons sont placés dans de l'eau distillée pendant 5 minutes et répétons le processus deux fois au bout de la troisième fois nous les mettons dans du clore 20 puis les laissons sécher sur du papier Watman L'incubation est réalisée à une température 25C°, pendant à 3-5 jours. Placez ensuite les échantillons sur le milieu PDA



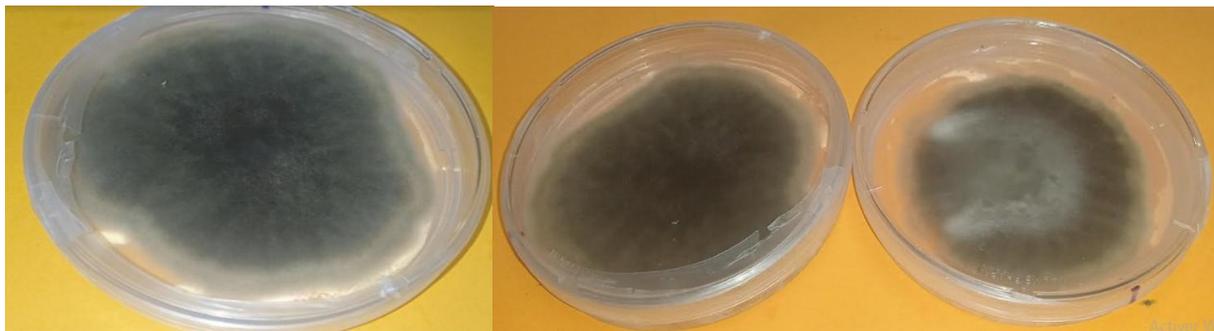
Figures22 : Les étapes d'isolement classique des plants de la pomme de terre.

4. Repiquage et purification :

La purification est réalisée par transfert des colonies développées dans des boîtes de Pétri contenant du PDA (Chaque colonie est récupérée dans une boîte) pour qu'il y est production des spores (Botton et al, 1990). L'incubation est réalisée à une température entre 20 et 25C° pendant à 3-5 jours (Figure 23).



Après 2 jours



Figures23 : Les étapes de repiquage et purification de la souche d'*Alternaria solani*.

5. Identification des champignons :



Figures 24 : Les étapes d'identification.

- ✓ **Identification macroscopiques** : Pour l'observation macroscopique des moisissures, il est nécessaire de caractérisé ces isolats sur milieu PDA par :

- L'aspect des colonies : qui représente un critère clef d'identification. Les champignons filamenteux forment des colonies duveteuses, laineuses, cotonneuses, veloutées, poudreuses ou granuleuses.
 - La couleur des colonies : c'est un élément très important d'identification. La couleur la plus fréquente est vert bouteille. (Botton et al., 1990).
- ✓ **Identification microscopiques** : L'examen microscopique d'une colonie fongique se fait après réalisation d'un examen étalement entre lame, scotch. Généralement, un examen à l'objectif 40 est suffisant pour mettre en évidence la plupart et des éléments importants (Chabasse, 2002).

III. Effet Antifongique d'huile essentielle d'origan sur *Alternaria solani* :

- **Activité antifongique** : L'activité antifongique a été réalisée in vitro sur le champignon phyto-pathogène causale : *Alternaria solani*. Après isolement et identification, deux méthodes différentes ont été appliquées pour évaluer le potentiel antifongique de l'huile essentielle l'origan contre cette maladie et le pouvoir de son inhibition.
- **Méthode d'évaluation de l'activité antifongique** : Préparation des dilutions de l'huile, n'étant pas miscible à l'eau elle flotte au-dessus du milieu de culture. Pour y remédier nous avons utilisé un émulsifiant : le Tween 20.

Les huiles essentielles ont été diluées en 3 séries allant de D1 = 100%, D2 = 75%, D3 = 50% et D4 = 25% dans de l'eau distillé stérile avec le tween 20 à 2% (voir annexe 5)



Figure 25 : Préparation des dilutions de l'huile essentielle.

1. Méthode de diffusion :

1.1. Méthode de diffusion en milieu gélosé :

Pour évaluer l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle HE, nous avons adopté la méthode de diffusion sur milieu gélosé en utilisant des disques stériles en cellulose : appelée aromagramme.

- a) **Principe** : Le principe consiste à estimer l'inhibition de la croissance des microorganismes (des champignons). Soumis au contact de l'huile essentielle et ceci par méthode de diffusion en milieu gélosé. Ce test est effectué par dépôt des disques en papier buvard stériles de 6 mm imprégnés d'une quantité de 25 μ l de l'huile essentielle sur un milieu gélosé préalablement ensemencé par étalement pour les bactérie et repiquage pour les champignons.
- b) **Préparation des disques** : Les disques sont préparés à partir du papier wattman N3 de 6 mm de diamètre, ensuite elles sont mises dans un tube à essai, stérilisés à l'autoclave 20 minutes à 120°C, puis stockés à une température ambiante (le tube à essai est hermétiquement fermé).
- c) **Repiquage des cultures (souches)** : Repiquage du cryptogame par transplantation successive des disques mycéliens de chaque isolat dans des boîtes de Pétri contenant du PDA.
- d) **Dépôt de disques** : Des disques absorbants stériles d'environ 6 mm de diamètre sont imprégnés d'HE puis déposés à l'aide d'une pince stérile dans les boîtes de Pétri à raison de 3 disques par boîte (considérer comme répétition) (figure 26) le témoin correspond aux disques imprégnés par le tween 20 à 2%.
- Les boîtes de Pétri sont ensuite fermées à l'aide d'un para film et incubées à température ambiante pendant 30 minutes. Suite à cela elles sont placées dans une étuve entre 23-25°C pendant 7 jours.
- e) **Lecture** : La lecture de l'activité antifongique de l'HE est évaluée par rapport à la croissance radiale exprimée en pourcentage d'inhibition du mycélium par des composés volatiles, en utilisant la formule de Hmouni et al, (2003).

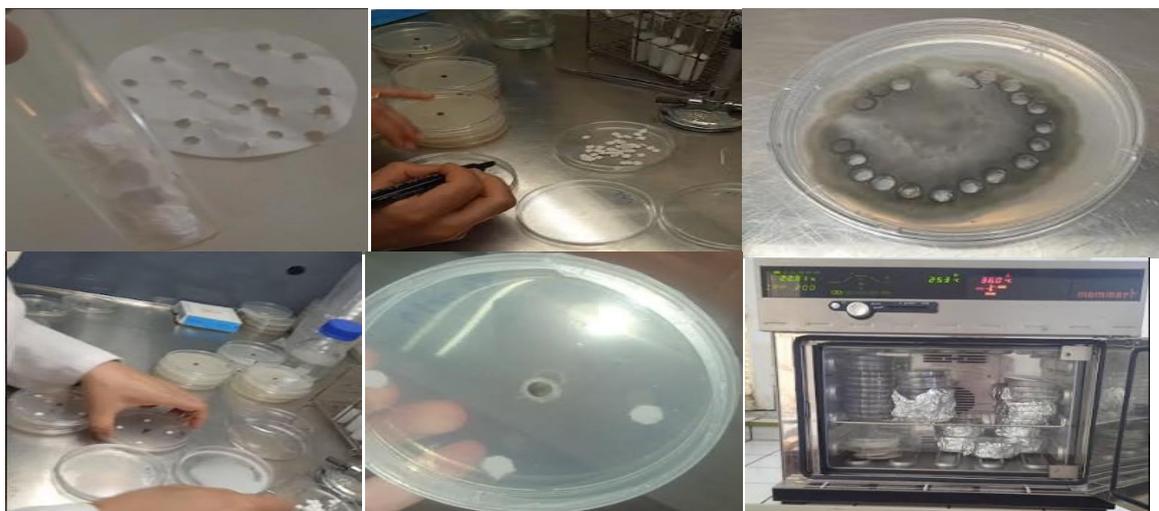


Figure 26 : Etape de Méthode de diffusion par disque.

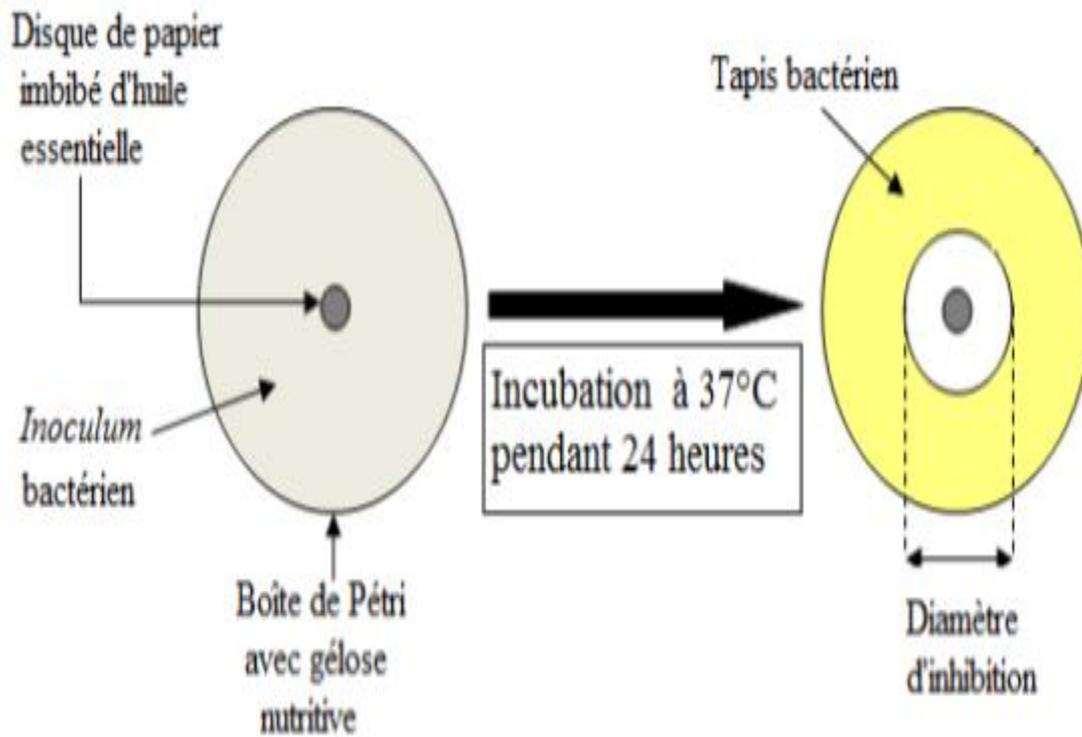


Figure 27 : Principe de la méthode de diffusion par disque.

Taux d'inhibition

Le taux d'inhibition a été calculé selon la formule de Hmouni et al, (2003) :

$$I (\%) = [(A-B) / A] \times 100$$

I : taux d'inhibition du champignon testé.

A : diamètre moyen de la croissance mycélienne estimée du champignon chez le témoin.

B : Diamètre moyen de la croissance mycélienne estimée du champignon en présence de l'extrait.

La lecture des résultats de l'activité antifongique se fait par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque à l'aide d'un pied à coulisse ou une règle en (mm). Ils sont symbolisés par des signes comme des croix X, d'après la sensibilité des souches vis à vis de l'huile (Tableau n° 04)

Le diamètre des zones d'inhibition (ZI), nous permet d'estimer la résistance ou la sensibilité des différents germes testés par l'HE, pour classer les germes nous avons utilisé les normes établies par le classement des bactéries et des champignons se fait dans l'une des catégories : sensible ou résistante. (Tableau 03).

Tableau 3 : Diamètres d'inhibition et leurs degrés de sensibilité.

Le degré de la résistance	Souche résistante (-)	Souche sensible (+)	Souche sensible (++)	Souche extrêmement sensible (+++)
Diamètre de la zone d'inhibition	$D < 5\text{mm}$	$6\text{mm} \leq D \leq 11\text{mm}$	$12\text{mm} \leq D \leq 16\text{mm}$	$D > 17\text{mm}$

Diamètre de la zone d'inhibition, degré de résistance.

1.2. Méthode de micro atmosphère :

La méthode de la micro atmosphère a été réalisée selon Ben jilali et al., (1984), et Landry et al., (2021), afin d'évaluer la fraction volatile des HE de d'Origanum vulgar L. contre la souche d'Alternaria solani .

Cette technique consiste à cultiver les micro-organismes dans des boîtes de Pétri sur un milieu gélosé, ces dernières seront incubées en position inversée après avoir déposé l'HE sur un papier filtre au milieu du couvercle de la boîte.

L'huile s'évapore dans l'atmosphère de la boîte et la phase volatile peut exercer son effet inhibiteur sur les micro-organismes inoculés comme le montre (la Figure 28).

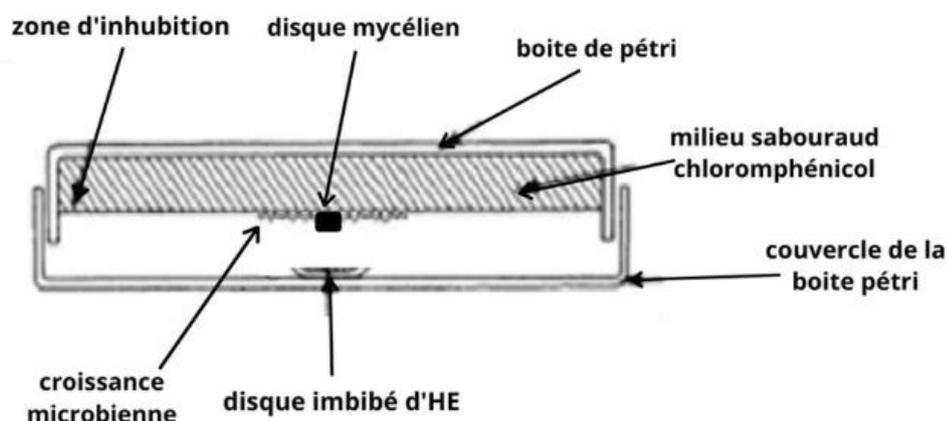


Figure 28 : Principe de la méthode de diffusion par micro atmosphère (Amara et al., 2017).

Cette méthode a été utilisée pour déterminer les concentrations minimales inhibitrices et fongicides de la phase volatile de l'HE étudiée (CMI et CMF exprimées en $\mu\text{l/ml}$ d'air) ainsi que les pourcentages d'inhibition.

Des boîtes de Pétri de diamètre 90 mm sont préparées immédiatement en les remplissant de 20 ml de PDA permettant d'obtenir 80 ml d'air dans chaque boîte.

L'inoculation est effectuée en surface, sous forme de dépôt du disque mycélien (6 mm) de souches de moisissures préalablement cultivées sur le même milieu à 25°C pendant 7j, au centre de la boîte.

Des papiers buvards de 6 mm de diamètre sont placés au fond du couvercle de chaque boîte de Pétri et imprégnés de différentes doses d'HE de 25%, 50%, 75% d'un volume de 5µl/disque. Les boîtes sont immédiatement scellées avec du para-film pour éviter l'évaporation des HE, puis incubées à 23 ± 2 ° C pendant 7 jours, pour chaque bio-essai, trois répétitions ont été effectuées.

La croissance mycélienne a été suivie en mesurant la moyenne de deux diamètres perpendiculaires passant par le centre de chaque boîte.

La fongitoxicité exprimée en termes de pourcentage d'inhibition de la croissance du mycélium, a été calculée selon la formule suivante (Laghchimi et al., 2014) :

$$I\% = (Dt - Di) / Dt \times 100$$

Où :

Dt : est le diamètre de la culture de champignons (en mm) dans une boîte de pétri Sans huile (témoin).

Di : est le diamètre de la culture de mêmes champignons dans un milieu en présence de l'HE.

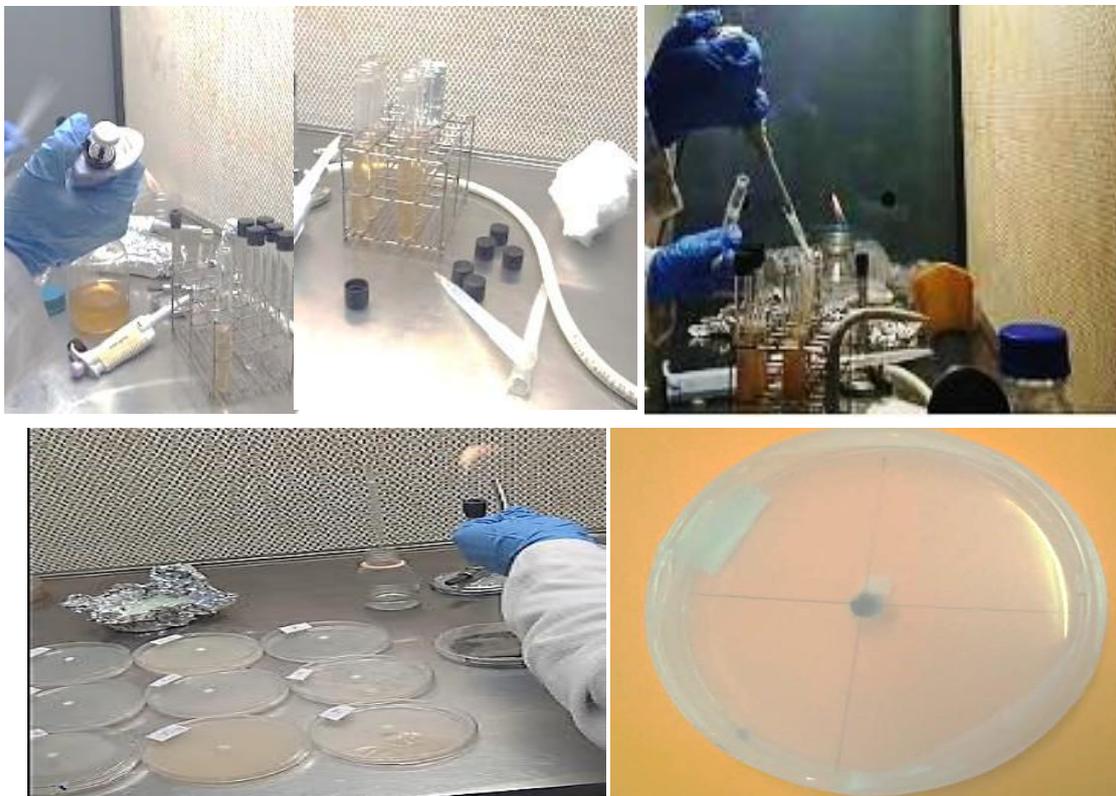


Figure 29 : L'étape de méthode de diffusion par micro atmosphère.

1.3.Méthode directe :

L'essai antifongique a été utilisé selon la méthode de contact direct sur milieu PDA, où est versé 1ml de chaque dose. Chaque contenu de boîte est homogénéisé instantanément par agitation manuelle.

Un disque mycélien de diamètre de 6mm prélevé de la culture jeune du mycète a été inoculé et incubé à 25°C.

La lecture s'effectue chaque 24h durant une période de 7 jours pour observer le développement mycélien par mesure du diamètre de la zone de sa croissance.

Parallèlement, nous avons déterminé le diamètre de la zone de croissance de ces mêmes souches fongiques en absence d'extrait (El-Haci et al., 2012) (Figure30).

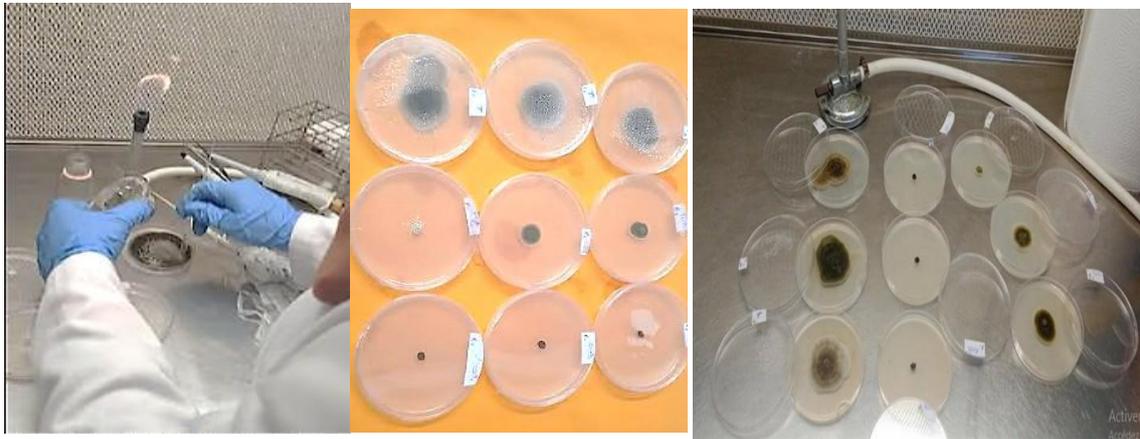
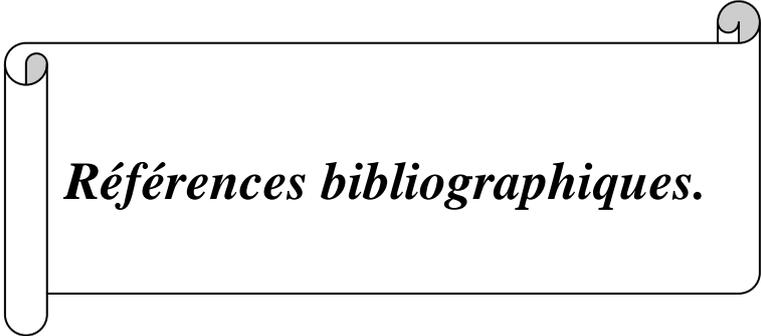


Figure 30 : L'étape de méthode directe.

1.4 Méthode de calcul :

Analyse de la variance. Analyse statistiques : Nous avons utilisé une analyse de la variance pour les tests statistiques. Consiste à étudier la comparaison de moyennes, à partir de la variabilité d'échantillon. L'analyse de la variance ANOVA (Comparaisons deux à deux de Tukey) a été utilisée pour l'analyse des résultats il permet suivant le niveau de la signification.

i



Références bibliographiques.

A

Agronomie .info : Biologie de la plante de la pomme de terre (Nyabyenda, 2005).

Agronomie .info : La pomme de terre (SOLTNER, 1979) <https://agronomie.info/fr/biologie-de-la-plante-de-la-pomme-de-terre/>

Anonyme., 1999. Techniques de la production au Maroc. Bulletin de liaison de l'information du PNTTA. Transfert de technologie en agriculture N°52. 4P.

Arakawa T., Yu J., Langridge W.H. (1999). Food plant-delivered cholera toxinB subunit for vaccination and immunotolerization. Adv Exp Med Bio 464 :161-178.

B

Principes actifs, propriétés et usage traditionnel des plantes communes en Algérie. Ed. Bouchène et Ad. Diwan, Alger.p: 121.

Bardeau F., 2009. La médecine aromatique. Robert Laffont, Paris. 335p.

BEKHECHI, C., ATIK-DAOUDI-MERBAH, F., HAZZIT, M. & DAHMANI-MEGREROUCHE, M. 2016.

BASER, K. H. C. Kürkçüoğlu, M. HOUMANI, Z. & ABED, I. 2000. Composition of the Essential oil of *Origanum floribundum* Munby from Algeria. J. Essent. Oil Res. 12, 753-756
BAKALEM, R. 2014.

BELAICHE P., 1979. Traité de Phytothérapie et d'Aromathérapie. Tome I. Ed. Maloine S.A. Paris

C

CAPO M., COURILLEEAU V., et VALETTE C., 1990. Chimie des couleurs et des odeurs. Culture et techniques, 204 p.

Chemistry & biodiversity, 13, 1088-1094 IETSWAART, J.H.A. 1980. Taxonomic Revision of the genus *Origanum* (Labiatae), Leiden Botanical Series, Vol 4, Leiden University Press, The Hague, Netherlands.
KERBOUCHE,

D

Définition présente dans l'introduction des recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles (mai 2008) de l'Afssaps

(http://www.ansm.sante.fr/var/ansm_site/storage/original/application/657257784ff10b16654e1ac94b60e3fb.pdf).

E

Erdogan O.I, Belhattab R., 2010. Profiling of cholinesterase inhibitory and antioxidant activities of *Artemisia absinthium*, *A. herba-alba*, *A. fragrans*, *Marrubium vulgare*, *M. astranicum*, *Origanum vulgare* subsp. *glandulosum* and essential oil analysis of two *Artemisia* species. *Ind. Crop. Prod.* 32 566–71

F

F.A.O ,2008 : Food and Agriculture Organization <https://www.fao.org/home/ar>.

FAOSTAT, 2015. Food and Agriculture Organisation, *Annuaire Statistique de la FAO*.

Fernald, M. L. 1970. *Gray's manual of botany. A handbook of the flowering plants and ferns of the central and northeastern United States and adjacent Canada.* 8 th ed. American Book Company, New York. 1251 pp.

file:///C:/Users/HADJ%20RABIA/Documents/Master%20Alterniariose/Malek%20Elhocine.pdf

H

Haweks, JG., 1994. *Potato genetics. International, walling ford, Origins of cultivated potatoes and spais relationships.* (Eds. Bradshaw, J.E and Mackay, G.R). CAB. *Influence Of morphological variability and habitat on the chemical composition of essential Oils Of an Algerian endemic Origanum species (Origanum floribundum Munby).*

I

INPV : Institut national de protection des végétaux.

Inventaire de culicidae dans la région d’El-Hamdania (Parc National deChrèa-Blida-) et comparaison de l’efficacité de deux huiles essentielles *Rosmarinus Officinalis*, *Origanum floribondum* avec le Fénitrothion contre des populations de Larves de *Culex pipiens* en controlées. Thèse de Diplôme de Master en Biologie,option Entomologie médicale, Université Saad Dahleb-Blida.

Isolation of Some Alternaria Species Causing Leaf Spot Disease in Vegetable Crops
Warka S. Qassim Al-Tae & R. k. Al-Barhawi Department of Biology, Collage of Science, Mosul University, Mosul, iRAQ. La deuxième conférence scientifique - College of Science - Tikrit University 20.

J

Jean Bruneton, 1999. Pharmacognosie, phyto-chimie, plantes médicinales, Techniques et documentation, édition, 1999.

K

Kotchi, 2004. Cycle de croissance et de développement de la pomme de terre.

Kotchi, S.O. 2004. Détection du stress hydrique par thermographie infrarouge. - Application à la culture de la pomme de terre. Mémoire Maître ès Sciences (M.Sc.). Faculté de Foresterie et Géomatique. Université Laval Québec. 130page

KECHID M., 2005. Physiologie et Biotechnologie de la micro tubérisation de la pomme de terre *Solanum tuberosum*. L. Mémoire de Magister, faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'université Mentouri de Constantine.128p.

KHEDIR, H., et LETOUFA, S., 2008. Contribution à l'étude de l'effet de la fertilisation azotée-potassique sur la culture de la pomme de terre (var Spunta) dans la région de l'Oued-Souf. Mémoire d'ingénieur : Agronomie Saharienne. Ouargla : Université KASDI MERBAH.134P

Kintzios S.E., 2002. Profile of the multifaceted prince of the herbs. In : Kintzios S.E. - *Oregano – The Genera Origanum and Lippia*. Ed. Taylor & Francis, London. pp : 3–8.

M

Moussa Doumbouya, 2015. Diagnostic de sol et recommandations potassiques pour la Culture de pomme de terre en sol minéral, Mémoire, Moussa Doumbouya, Maîtrise en sols et environnement Maîtres sciences (M.Sc.) Québec, Canada.

Maloine, 1979. Georges Sens-Olive, « Les huiles essentielles - généralités et définitions », dans *Traité de phytothérapie et d'aromathérapie*, éd.

M. Jingyuan Xia, Directeur de la Division de la production végétale et de la protection des plantes (NSP) (COMITÉ DE L'AGRICULTURE).

N

Nyabyenda Pierre, 2005. Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitudes d'Afrique. 225p.

O

Ocaña-Fuentes, A. ; Arranz-Gutiérrez, E.; Señorans, F.J.; Reglero, G. . 2010. Supercritical fluid extraction of oregano (*Origanum vulgare*) essentials oils: Antiinflammatory properties based on cytokine response on THP-1 macrophages. *Food Chem. Toxicol*, 48, 1568–1575.

Oka Y, Nacar S, Putievsky E, Ravid U, Yaniv Z, Spiegel Y. 2000. Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematode. *Phytopathology*; 90:710–715.

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE Rome, Éclairage sur un trésor enfoui 2009.

P

PASA : Programme d'Appui au Secteur de l'Agriculture en Algérie.

Perennec, P. Et Madec, P. 1980. Age physiologique du plant de pomme de terre. Incidence sur la germination et répercussion sur le comportement des plantes. *Potato Res.* 23: 183-199.
<https://agronomie.info/fr/biologie-de-la-plante-de-la-pomme-de-terre>.

Q

QUEZEL., P. & SANTA, S.1963.Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS (Ed.), Paris .Tome 2.

R

RAI M. K., ACHARYA D. and WADEGAONKAR P., 2003. Plant derived antimicrobials: Potential of Asteraceous plants, in: *Plant-derived antimicrobials: Current Trends and Future prospects*. Haworth press, N-York, London, Oxford, pp: 165-185.

S

SIMMONS, E.G., 1986. Alternaria terms and variations. (22-26). Mycotaxon. (Pleospora /Stemphylium and Lewia/ Alternaria). 25, 287- 308.

SIMMONS, E.G., 2007. Alternaria. An Identification Manual. : CBS Biodiversity Series No. 6. CBS Fungal Biodiversity Centre, Utrecht, the Netherlands.775p.3.

Simpson, Michel.G., « Plant systematic», Edition Elsevier academic press, California, (2006), 590P.

T

TIMACAGRO : <https://www.timacagro.com/app/uploads/sites/22/2017/11/newsletter-pomme-de-terre.pdf>

U

USDA, NRCS. 2010. The PLANTS Database. National Plant Data Center, Baton Rouge, LA, USA. [Online] Available: <http://plants.usda.gov> [27 Aug. 2010].

USDA-ARS. 2014. National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network - (GRIN). [12 December 2014].

W

WAAGE, J., 2004. La lutte biologique – Réaliser la promesse. Dossiers Bio contrôle, Décembre.1p

Y

Yattara AAA, Coulibaly AK, Francis F. 2014. Diversité et abondance des pucerons [Homoptera : Aphididae] et leur impact sur la dissémination des virus infectant la pomme de terre au Mali. Phytoprotection, 94(1): 8. DOI: <https://doi.org/10.7202/1024719ar>.

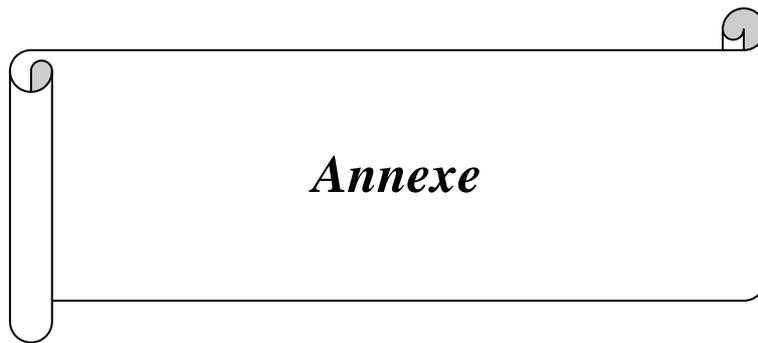
Z

ZERIGUI, H., ET MOUZAOU, F., 2018. Contribution à l'étude d'alternaria sp., Agent causal de l'alternariose de la pomme de terre : Prospection, isolement et Identification du pathogène.49p.

Référence internet

- <https://www.futura-sciences.com/maison/dossiers/jardinage-pomme-terre-legume-fondamental-2038/page/3/>
- <https://www.fao.org/home/fr>.
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Ouled_Moussa
- <https://agronomie.info>
- <http://profert.dz>.
- [Www.jean-marc-gil -sur la botanique](http://www.jean-marc-gil-sur-la-botanique).
- <https://fr.wikipedia.org>.
- [http://www syngenta. Fr](http://www.syngenta.fr).
- <https://agronomie.info/fr/moyens-de-lutte-de-lalternaria/>
- <https://www.journalijdr.com/sites/default/files/issue-pdf/23238.pdf>.
- <https://www.asjp.cerist.dz/en/article/43896>.
- [https://fac.umc.edu.dz/snv/bibliotheque/biblio/mmf/2020/Evaluation%20de%20l%20activit%C3%A9%20antifongique%20des%20huiles%20essentielles%20d%20ail%20et%20argan%20vis-%C3%A0vis%20deux%20esp%C8ces%20de%20genre%20Fusarium%20Fusarium%20solani,%20Fusarium%20oxysporum..pdf](https://fac.umc.edu.dz/snv/bibliotheque/biblio/mmf/2020/Evaluation%20de%20l%20activit%C3%A9%20antifongique%20des%20huiles%20essentielles%20d%20ail%20et%20argan%20vis-à-vis%20de%20deux%20esp%C8ces%20de%20genre%20Fusarium%20Fusarium%20solani,%20Fusarium%20oxysporum..pdf)
- <https://dspace.univguelma.dz/jspui/bitstream/123456789/1670/1/M570.883%20ECOLOGIE.pdf>.
- <https://www.ummtto.dz/dspace/handle/ummtto/13369?show=full>.

file:///C:/Users/HADJ%20RABIA/Documents/Master%20Alternarirose/ajol-file-journals_314_articles_196835_submission_proof_196835-3745-496286-1-10-20200618.pdf



Annexe 1 : Préparation de milieu PDA

Milieu PDA
(Pomme de terre
glucosée et gélosée)

Cuire 200 g de pomme de terre pelées
lavées et coupées en morceaux pendant 30

Filtrer puis ajuster la solution obtenue par
l'eau distillée à un volume de 1 litre.

Ajouter :
20g Gélose (Agar Agar)
20g de glucose

Stériliser le milieu à 121 °C à l'autoclave
pendant 20 min

Après refroidissement du milieu à une
température ambiante verser le contenu
dans des boites de pétri.



Annexe 2 : Produit et appareillages utilisés.





- Autoclave.
- Papier aluminium.
- Flacon.
- Papier filtre (Wattman).
- Boîtes de pétri.
- Micropipette.
- Tubes à essai.
- Etuve.
- Balance.
- Bec bunzen.
- La souche *Alternarioe*.
- Une pipette pasteur.
- Eau distillée.
- Agar agar.
- Glucose.
- Milieu de PDA.
- Lame.

Annexes 3 :FONGICIDES RECOMMANDES CONTRE L'ALTERNARIOSE EN Algérie :
 « source : INDEX AGRICOLE PHYTOSANITAIRE EDDITION 2017+ liste additive en
 2021 »

Nom commercial	Matière active	Concentration	Dose
ARDAVO	CHLOROTHALONIL	720 G/L	1,2- 5 L/Ha
TOS	FAMOXADONE+CYMOXANIL	22,5%+30%	400 g/ha
BYSPORE	CHLORHYDRATE DE PROPAMOCARBE	722 G/l	3 l/ha
CABRIO DUO	DIMETHOMORPHE + PYRACLOSTROBINE	72 g/l + 40g/l	2.5 l/ha
CYMIDONE 50 WP	PROCYMIDONE	50%	50 à 100 g/hl
CYMIDONE 50 WP	PROCYMIDONE	50%	50 à 100 g/hl
COPERMAC	OXYCHLORURE DE CUIVRE	85%	0,3-0,4 Kg/h
CYZOKI	CYAZOFAMIDE	200 g/l	0,45-0,5 l/ha
DEXTEROUS 50% SC	FENHEXAMIDE	50%	100 ml/hl
FLUDNIL	FLUDIOXONIL	2,5%	250 à 500 g/ha
FOLIO® GOLD	METALAXYL-M +	3,75% + 50%	2,5 à 3 l/ha
INACOP L	OXYCHLORURE DE CUIVRE	678,6 G/L (équivalent à 380 G/L Cuivre métal)	0,2-0,3 L/hl
MENTA ANJELIK	AZOXYSTROBINE	25 G/L	75 ml/100 l d'eau
MORFUS 720 SC	CHLOROTHALONIL	720 G/L	2 L/ha
ORTIVA	AZOXYSTROBINE	250 G/L	100 ml/ hl
PROCIT	PROCYMIDONE	50%	50 à 100 g/hl
TOUTIA PLUS	OXYCHLORURE DE CUIVRE	50%	300-500 g/hl
PELT 70%	THIOPHANATEMETHYL	70%	0,5 à 1 kg/ha
PYRUS 400 SC	PYRIMETHANIL	400 g/l	150 à 250 ml/hl
SWITCH	CYPRODINIL+FLUDIOXONIL	37,5+25%	0,8 à 1 kg/ha
CHORUS	CYPRODINIL	50%	0,75 à 1 kg/ha
CYMODIN	PROCYMIDONE	50%	50 à 100 g/hl
PROLEX	PROCYMIDONE	50%	150 g/hl
VALETTE	PHOSETHYL ALUMINIUM	80%	250 à 300 g/hl
BANAL	TEBUCONAZOLE	25%	0,5-0,75 kg/ha
BOMA 25 SC	AZOXYSTROBINE	25%	80-120 ml/hl
CHORUS	CYPRODINIL	50%	30-45 g/hl
FOLIO® GOLD	METALAXYL-M + CHLOROTHALONIL	75 G/L + 375 G/L	2,5 à 3 l/ha
ORTIVA	AZOXYSTROBINE	50%	0,5-0,8 L/Ha
STRIMACH 25 SC	AZOXYSTROBINE	250 G/L	70 ml/hl
STROMAC	AZOXYSTROBINE	250 G/L	70 ml/h

Annexes 5 :

ANOVA à un facteur contrôlé : D1 en fonction de Date

Méthode

Hypothèse nulle Toutes les moyennes soit égales

Hypothèse alternative Toutes les moyenne ne soit pas égales

Seuil de signification $\alpha = 0,05$

Les variances ont été supposées égales pour l'analyse.

Comparaisons deux à deux de Tukey

Informations de groupement avec la méthode de Tukey et un niveau de confiance de 95 %

Date	N	Moyenne	Groupement
24H	3	100	A
48H	3	80	B
72H	3	79,11	B
96H	3	62,46	C
120H	3	62,46	C
144H	3	57,76	C
168H	3	37,96	D
192H	3	31,847	D

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

Comparaisons deux à deux de Tukey

Informations de groupement avec la méthode de Tukey et un niveau de confiance de 95 %.

ANOVA à un facteur contrôlé : D2 en fonction de Date

Méthode

Hypothèse nulle Toutes les moyennes soit égales

Hypothèse alternative Toutes les moyenne ne soit pas égales

Seuil de signification $\alpha = 0,05$

Les variances ont été supposées égales pour l'analyse.

Date	N	Moyenne	Groupement
24H	3	100	A
192H	3	84,09	B
48H	3	83,22	B
120H	3	80,952	B
168H	3	80,51	B
96H	3	80,12	B
144H	3	78,7	B
72H	3	77,69	B

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

Annexe 4 :

L'huile essentielle d'*Origanum floribundum* n'est pas miscible à l'eau, elle flotte au-dessus du milieu de culture. Pour trouver une solution à cela, nous avons utilisé un émulsifiant : le Tween 20.

Un volume de 100 ml d'eau distillée stérile en rajoute un volume de 2 ml de Tween 20 pour l'obtention d'une solution d'H₂O stérile à 2 % de tween 20, on additionne un volume d'un 1 ml de l'huile essentielle d'*Origanum floribundum* pour avoir une solution pure.

On réalise une série des trois 03 dilutions : D2 = 75%, D3 = 50% et D4 = 25% et D1 = 100% solution pure.

Pour chaque dilution un volume de 10 ml est récupéré et complété à 100 ml du milieu PDA Après agitation, le milieu obtenu est coulé dans des boites de pétri. Pour réaliser le test.



***Chapitre III : Résultats et
Discussion***

1. Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles :

Tableau 4 : Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles.

Espèce	Aspect	Couleur	Odeur	Gout
<i>Origanum floribundum</i>	Liquide, mobile, huileux	Jaune pâle	Très fort odeur, saveur	Piquant, goutte de l'espèce épicée

Le Tableau04, illustre les caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle obtenue Par hydro distillation de de plante étudiée. À l'issue des distillations faites, l'HE obtenue est caractérisé par une couleur, odeur et aspect caractéristique à chaque espèce étudiée. *Origanum floribundum*, l'HE de l'organ obtenu est de couleur jaune à une saveur piquante et une odeur forte caractéristique des plantes aromatiques. Leurs parfums dégagent des senteurs très claires issues des plantes utilisées.



Figure 31 : L'huile essentielle *Origanum floribundum* extraite.

2. L'observation microscopique et macroscopique :

L'observation microscopique permet de détecter la présence des fructifications et des spores sous forme de bouteilles divisées en plusieurs segments allant de 4 à 8 segments (Figure n°32).



Figure 32 : observation de la souche *d'Alternaria solanau* microscope photonique au GX 40.

- **Observation macroscopique :**

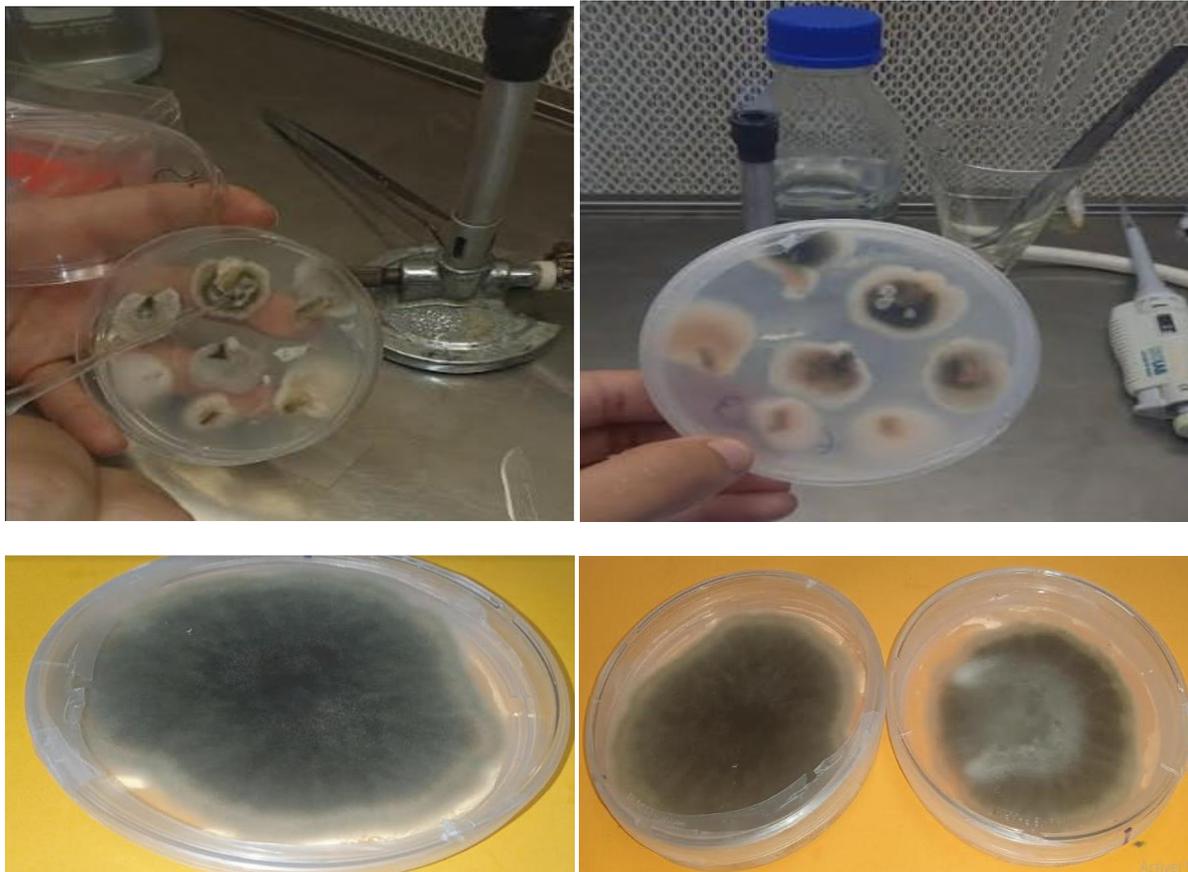


Figure 33 : observation macroscopique de la souche *d'Alternaria solani*.

3. Activité antifongique de l'extrait de la souche *d'Alternaria solani* :

Cette partie traite les résultats concernant l'effet de l'huile essentielle d'origan contre l'altrnariose. Ce dernier a été estimé par le calcul du pourcentage de taux d'inhibition.

La mise en évidence de l'activité antifongique des consiste à rechercher leur effet antagoniste sur le développement de l'espèce *Alternaria solani* isolées.

1.1 .Méthode par diffusion :

3.1.1. Méthode de diffusion en milieu gélosé :

Cette méthode n'a pas donné résultats concluant quant à l'effet d'*O. floribundum* sur *A. solani*, dans ce sens nous sommes allés en recherche d'autres méthodes plus appropriées en relation avec notre objectif

3.1.2. La méthode de micro atmosphère :

Les résultats concernant l'effet d'*O. floribundum* sur des isolats d'*A. solani* sont mentionnés sur la figure n°34.

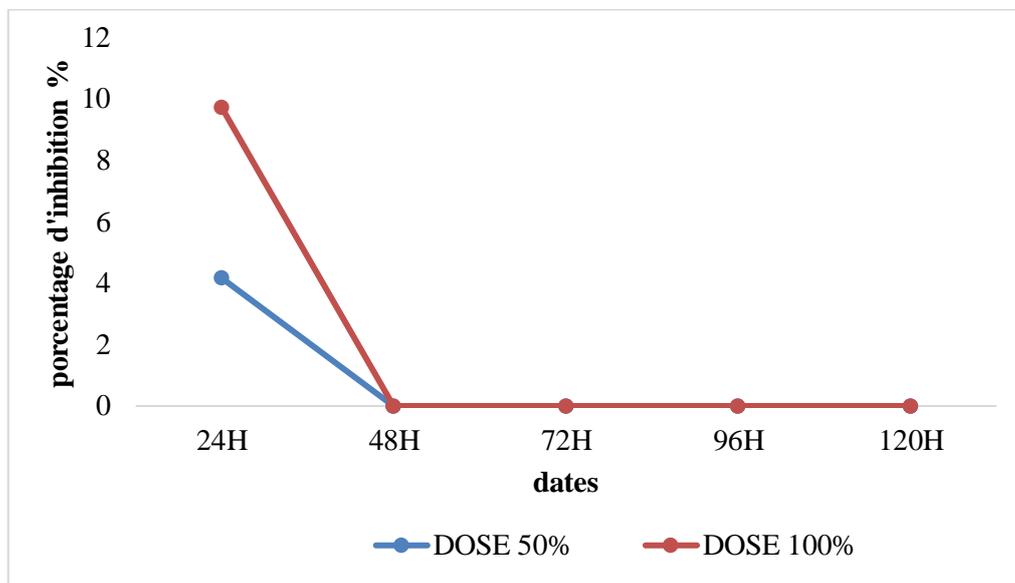


Figure 34 : Taux d'inhibition d'*A. solani* traité par *O. floribundum* au 4 doses en fonction du temps.

La figure n°34 affiche qu'il y a une diminution rapide de pourcentage d'inhibition estimé à 4% à partir de 24h pour la dose 50% pour s'annuler à 0% et se stabilisé jusqu'à 120H.

Pour la dose 100% le pourcentage d'inhibition enregistré après 24h est de 12%, ce dernier diminue passe à 0 % après 48h pour stagner jusqu'à 120H.

De ce fait, nous constatons que l'effet antifongique de l'huile essentiel d'origan contre le cryptogame *A. solani* appliqué par la méthode micro atmosphère ne donne pas d'effet par l'huile volatile.

L'observation macroscopique de l'aspect de l'évolution de la croissance mycélienne du cryptogame *A. solani* traité par *O. floribundum* est représenté sur la figure n°35).



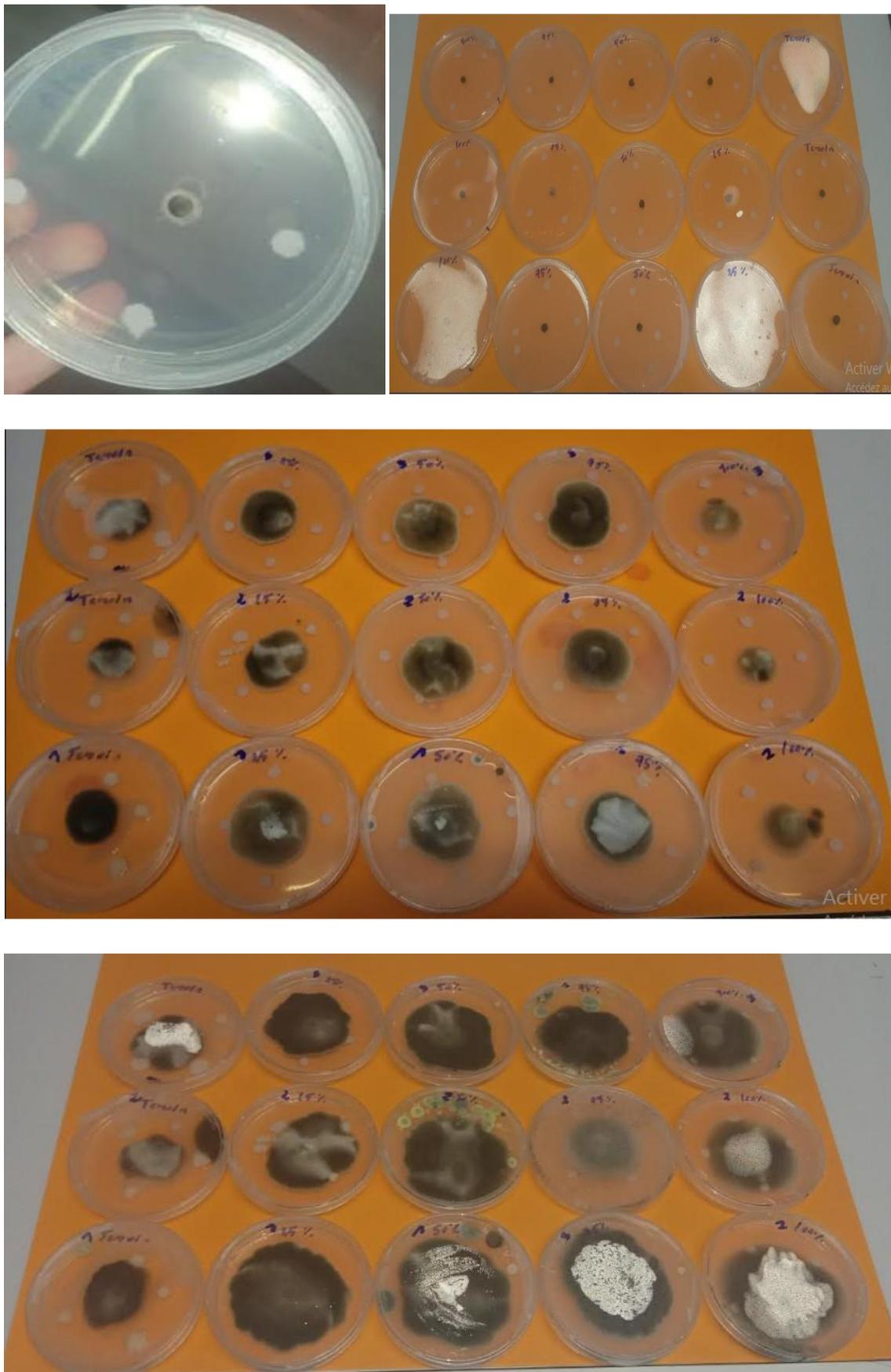


Figure n°35 : Aspect macroscopique de l'évolution de la croissance mycélienne du cryptogame *A. solani* traité par *O. floribundum* (méthode de diffusion par disque).

3.2. Méthode directe :

Les résultats concernant le % d'inhibition d'*A. solani* par les extraits d'origan aux 4 doses D1=25%, D2=50%, D3=75% et D4=100% sont portés sur le tableau n° 5.

Tableau 5 : % d'inhibition de la croissance mycélienne d'*A. solani* traité par *O. floribundum* aux 4 doses D1= 25%, D2=50%, D3=75% et D4=100%.

Jour	Diamètre (mm)					% d'inhibition			
	Témoin	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4
J1	5.50 ± 0.87	0.00±0.00	0.00±0.00	0	0	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0
J2	14.17±1.04	2.67±0.76	1.00±1.73	0	0	80 ± 0	83.22±3.25	100±0	100 ± 0
J3	24.67±0.85	5.17±2.02	5.50±1.50	0	0	79.11±7.9	77.69±6.02	100±0	100 ± 0
J4	29.33±1.15	11.00±1.00	5.83±1.04	0	0	62.46±3.66	80.12±3.34	100±0	100 ± 0
J5	32.00 ± 2.65	12.00±1.00	7.33±2.31	0	0	62.46±2.28	80.95±1.65	100 ± 0	100 ± 0
J6	34.33±1.15	14.50±1.32	7.33±2.31	0	0	57.76±3.58	78.7±6.32	100±0	100 ± 0
J7	37.67±2.52	23.33±1.53	7.33±2.31	0	0	37.96±3.93	80.51±6.01	100±0	100 ± 0
J8	42.00±2.65	29.00±1.00	7.33±2.31	0	0	31.847±1.422	84.09±3.13	100±0	100 ± 0

D'après les résultats illustrés dans le tableau ci-dessus nous avons pu tracer le graphique pour appuyer nos résultats illustrant les différents taux d'inhibition de la croissance d'*A. solani* traité par l'huile en fonctions de temps.

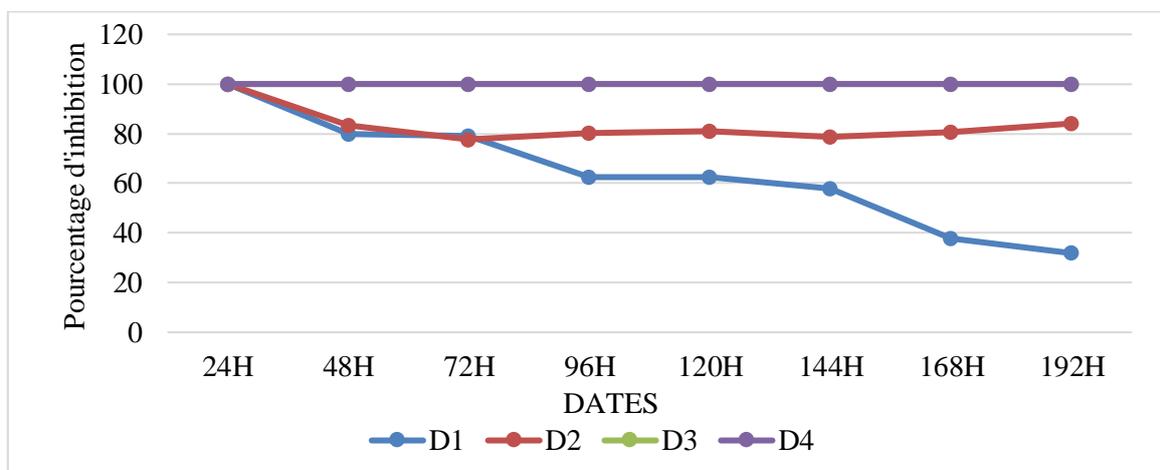


Figure 36 : Taux d'inhibition d'*Alternaria solani* traité par l'huile essentielle d'origan en fonction de temps.

Les résultats enregistrés tableau n°5 et la figure n°36 révèlent que la croissance mycélienne moyenne d'*Alternaria solani* atteint jour atteint un maximum de $42,00\text{mm} \pm 2,65$ après 8 jours d'incubation sur milieu PDA chez les témoins.

Cependant, réduction significative de la croissance radiale est observée dès le deuxième jour à la D1 et D2 avec une moyenne radiale de $2,67\text{mm} \pm 0,76$ dont un % d'inhibition de $80\% \pm 0$ et $1,00\text{mm} \pm 1,73$ avec un % d'inhibition de $83,22 \pm 3,25$ respectivement. Cette croissance est inhibée encore plus au 8ème jour avec une moyenne de $29,00 \pm 1,00$ se traduisant par un % de $31,847 \pm 1,422$ pour la D1 et de $7,33 \pm 2,31$ avec un % de $84,09 \pm 3,13$ pour la D2.

L'HE d'*Origanum* a montré un potentiel inhibiteur antifongique important à la D3 et D4 où nous observons une inhibition totale dont le % = 100.

De ce fait et d'après les résultats enregistrés, l'action de l'HE reste importante avec l'augmentation de la dose.

L'huile essentielle de l'origan s'est avérée agressive et a montré une forte activité antifongique vis-à-vis *Alternaria solani*.

Nos résultats sont appuyés par une analyse de la variance qui confirme la présence d'une interaction significative entre les doses en fonction du temps. En effet, une différence très hautement significative a été enregistrée avec des probabilités ($p=0,000$, $p=0,000$, $p=0,000$) respectivement pour la D1 et D2 et D3 et D4.

L'activité antifongique des huiles essentielles d'origan commun a été évaluée in vitro vis-à-vis d'*A. solani*, celle-ci est exprimée par le pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne radiale (PIC %). L'huile essentielle d'origan a montré une action antagoniste vis-à-vis de l'agent pathogène.

Afin de démontrer encore plus l'effet antagoniste de l'HE vis-à-vis du cryptogame, nous avons choisi 3 jours.

Tableau 6 : Valeurs des différents taux d'inhibition de la croissance mycélienne de l'isolat en fonction d'huile essentiel d'origan en fonction des 4 doses pour J2, J3, J5.

Jour	Diamètre (mm)					% d'inhibition			
	Témoin	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4
J2	14.17±1.04	2.67±0.76	1.00±1.73	0	0	80 ±0	83.22±3.25	100±0	100 ± 0
J5	32.00±2.65	12.00±1.00	7.33±2.31	0	0	62.46±2.28	80.95±1.65	100±0	100 ± 0
J8	42.00±2.65	29.00±1.00	7.33±2.31	0	0	31.847±1.422	84.09±3.13	100±0	100 ± 0

Le tableau n°6 et la figure n° 37 illustrent les différents taux d'inhibition de la croissance d'*A. solani* traité par l'huile pour le 2ème, 5ème et 8ème jour. Pour illustrer le tableau, nous utilisons le graphique suivant.

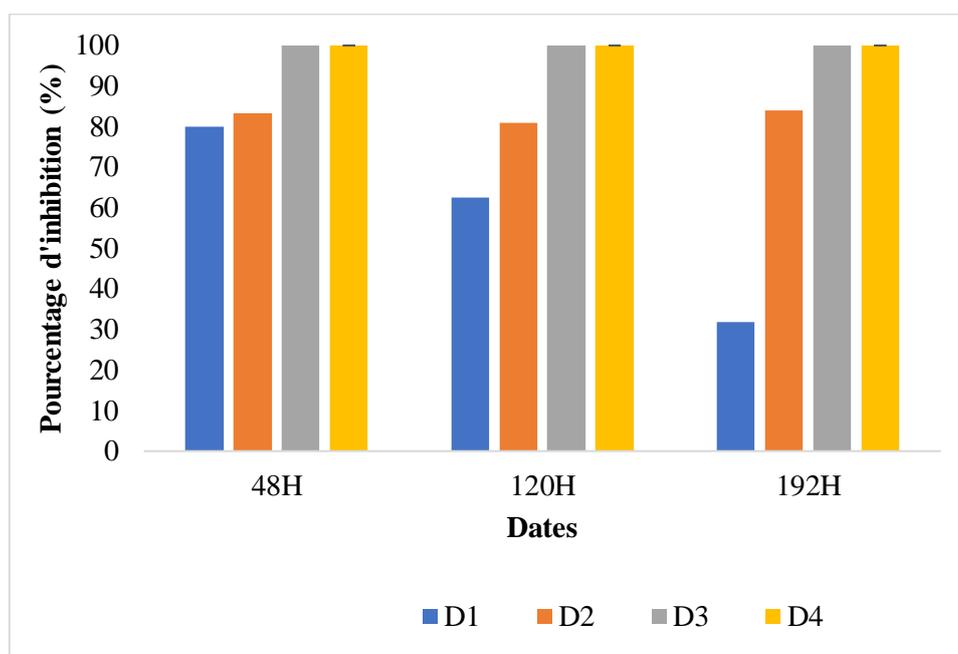


Figure 37 : Effet antifongique d'huile essentiel d'origan sur la croissance mycélienne d'un Isolat d'*Alternaria sp* pour les trois jours (2, 5,8).

Le tableau n°6 et la figure n° 37 illustrent les différents taux d'inhibition de la croissance d'*A. solani* traité par l'huile pour le 2ème, 5ème et 8ème jour.

D'après les résultats obtenus, on observe une réduction significative de la croissance radiale dès le deuxième jour à la D1et D2 avec une moyenne radiale de 2,67mm±0,76 représentée % pas un % d'inhibition de 80%±0 et 1,00mm±1,73 avec un % d'inhibition de

83,22±3.25 respectivement, comparativement au témoin où cette dernière est de 14,17mm±1,04.

Au 5^{ème} jour le témoin présente une croissance radiale de 32,00mm±2,65 qui diminue jusqu'à 7,33mm±2,31 pour la D2 et 12,00mm±1,00 pour la D1, avec un % d'inhibition de 62,46±3,66 et 80,95±1,65 pour les deux doses respectivement.

Cette croissance est inhibée encore plus au 8^{ème} jour avec une moyenne de 29,00mm±1,00 se traduisant par un pourcentage d'inhibition de 31,847±1,422 pour la D1 et de 7,33±2,31 avec un % de 84,09 ±3,13 pour la D2, comparativement au témoin où elle est de 42,00mm±2,65. Cette croissance est inhibée à 100% pour les doses D3 et D4 dès le premier jour.

Nos résultats sont confirmés par une analyse de la variance qui révèle une différence significative de la variation de taux d'inhibition en fonction de temps avec une valeur de probabilité ($p=0.00$; $p< 0.05$).

Les résultats enregistrés en fonction des doses et après comparaisons deux à deux par le test de Tukey révèlent l'existence de groupes A et B et C de différence significative pour jours.

Le taux d'inhibition le plus élevé a été enregistré à la D3 et D4 qui restent stables avec une valeur 100% (24h à 192h). Ces deux doses appartiennent au même groupe et présente différence hautement significative.

Au regard des résultats obtenus, il s'avère qu'au 2^{ème} jour nous obtenons deux groupes a et b, alors qu'au 5^{ème} jour trois groupes sont définis à savoir a et b et c. Il en est de même au 8^{ème} jour.

D'après l'analyse statistique, nous constatons que toutes les doses sont différentes dans leurs effets sur l'*Aeltrnaria solani*. Il semble que le pourcentage d'inhibition augmente avec l'augmentation de la concentration soit pour l'huile essentielle.

Cette étude a permis de montrer que l'application de l'huile essentielle de l'origan surtout aux deux doses D3 et D4 sur le champignon pathogène, a révélé une activité inhibitrice significative.

Une réduction dans la concentration de l'huile essentielle entraîne une diminution du pouvoir inhibiteur de celle-ci.

L'aspect de l'évolution de la croissance mycélienne du cryptogame *A. solani* traité par *O. floribundum* est représenté par la figure 38.

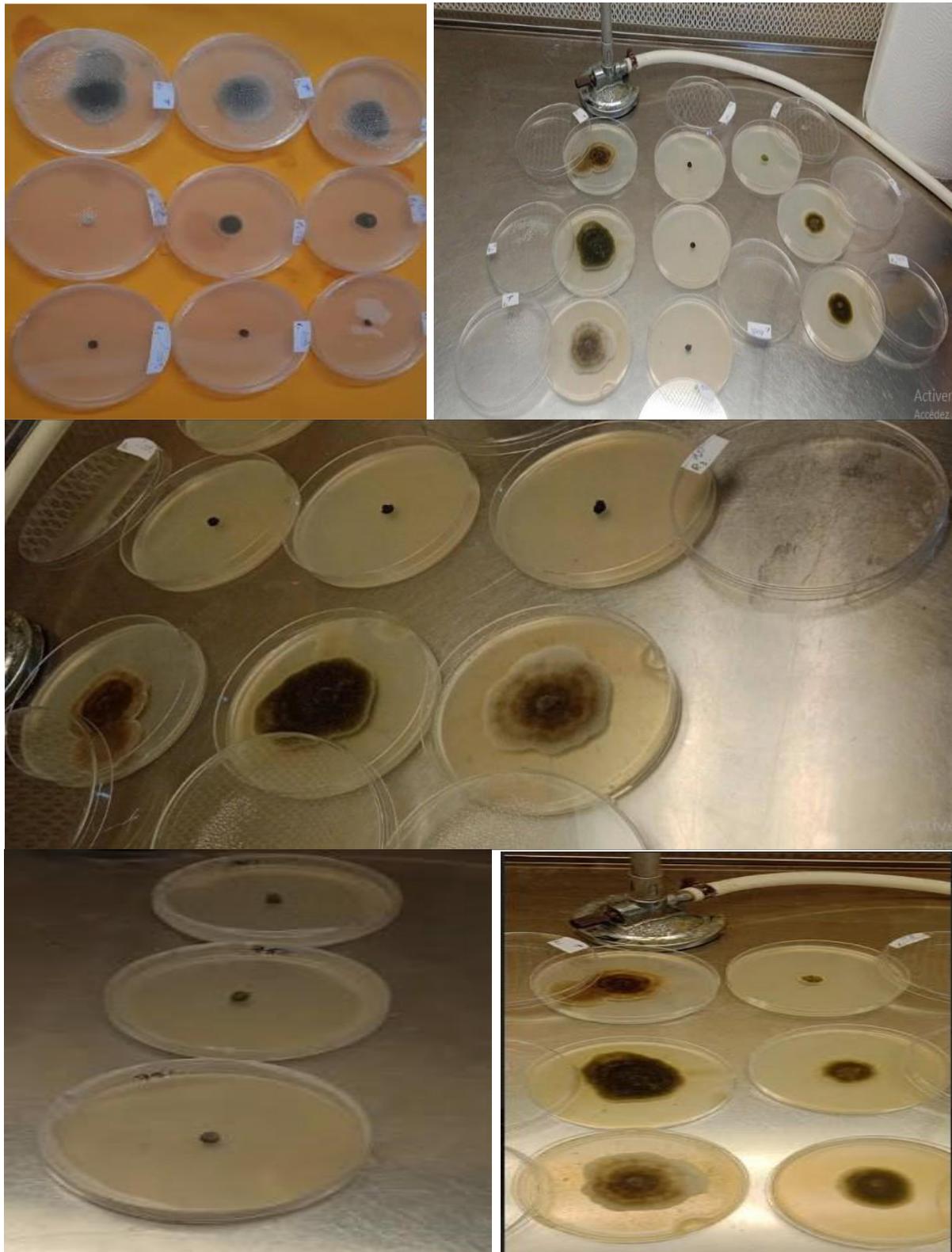


Figure 38 : Aspect macroscopique de l'évolution de la croissance mycélienne du cryptogame *A. solani* traité par *O. floribundum* (méthode directe).

De manière générale, l'action d'inhibition vis-à-vis de la croissance radiale mycélienne d'*Alternaria solani* comme concentration d'inhibition est à 100% et 75%.

La présente étude a révélé qu'huile essentielle testée aux concentrations. De 100 % (pures), 75%,50%et25 % (diluées), ont provoqué une inhibition totale de la croissance mycélienne radiale de l'isolat utilisé.

Aux doses de 100 % et de 75 %, l'huile a totalement la croissance mycélienne d'*Alternaria sp.* Comme l'indique le taux d'inhibition de 100 % Enregistré.

A la dose de 50 %, seule l'huile essentielle d'origan a enregistré une inhibition partielle de la croissance mycélienne du pathogène ; les autres dose huiles essentielles ayant empêché Totalemment le croissant mycélien champignon.

A la dose 25 % l'inhibition de la croissance mycélienne du pathogène était partielle.

Nos résultats concordent avec ceux obtenus par différents auteurs qui ont travaillé dans le même sens.

En effet, les travaux de Nikumbh et Saler (2011) qui consistent à tester l'effet des extraits des feuilles d'*Annona squamosa*, sur le pathogène de l'oignon *A. alternaria solani* ont montré une inhibition de la croissance du champignon de 91,13% et 68,35% aux concentrations 50% et 100% respectivement tandis que les extraits de *Withania somnifera* L. l'ont inhibé de 54,09% et 36,60%.

Le mélange de trois extraits de plantes (Cassia, Argémone, Parthenium) a donné de meilleurs résultats par rapport aux extraits de plantes testés individuellement.

Pour YEDIDIA *et al*, 2000, les propriétés antagonistes des *Trichoderma sp.* S'expliquent par la compétition pour les éléments nutritifs, (l'antibiose ainsi que le parasitisme).

Des résultats similaires rapportés par Malek, 2019 quant à l'utilisation de l'huile de citronnelle et d'origan qui ont montré des capacités antifongiques concluantes, étant donné que les diamètres de la croissance radiale des 2 phytopathogènes sont de 2.23 ± 0.34 cm pour l'origan et nulle pour la citronnelle et ce pour la dose 10 μ l.

Ondet et Gomes, 2011, ont montré que des huiles essentielles à 100 % ,75% stoppaient entièrement le développement de *Monilia laxa*, un champignon infectant l'abricotier, ou limitaient jusqu'à 50 % sa croissance mycélienne.

En outre, des résultats similaires ont été obtenus avec les huiles essentielles d'*Artemisia indica* et de *Lantana camara* aux concentrations de 80 μ l / ml (8 %) et 160 μ l / ml (16 %) sur la croissance radiale de *A. alternata* (Bhattarai et Jha, 2016).

L'action antifongique des huiles essentielles est de nos jours d'actualité. En effet plusieurs travaux ont été réalisés pour l'étude de leurs pouvoirs inhibiteurs notamment dans les domaines médicaux et vétérinaires, sur les champignons pathogènes et les insectes (Alemayehu, 2014 ; Rosello *et al.*, 2015 ; Wafa et Sofiane, 2020 Akantetou *et al.*, 2020).

L'efficacité des huiles essentielles sur le développement des microorganismes varie en fonction des concentrations.

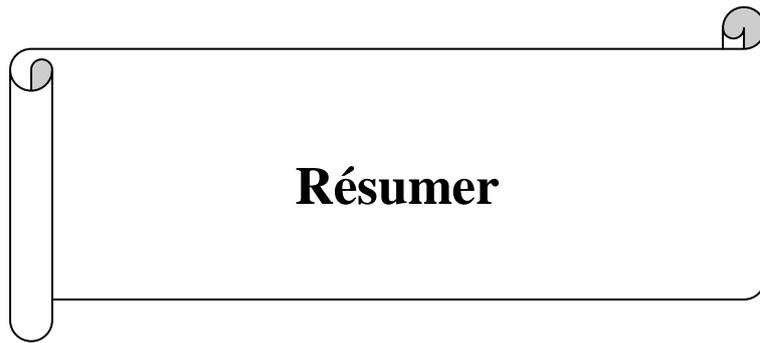
La concentration minimale ayant totalement inhibée la croissance mycélienne de *Ceratocystis fimbriata* a été de 2000 ppm pour les huiles d'*Ocimum basilicum*, *Cymbopogon Citratus*, *Eucalyptus camaldulensis* et *Lippia multiflora*, sur *Macrophomina phaseolina* ; l'huile essentielle la plus efficace s'est avéré celle de *Cymbopogon citratus*, avec une concentration minimale inhibitrice de 4000 ppm. Sur le pouvoir antifongique des huiles essentielles de *C. citratus* et *L. Multiflora*.

Paranagama *et al.*, 2003, ont montré que le riz traité avec l'huile essentielle de citronnelle est protégé contre les champignons et les insectes destructeurs en stockage.

Tiendrebeogo *et al.*, 2017, selon Dabire 2000 ; l'huile essentielle d'*Eucalyptus sp.* a un effet sur les indices d'infection des champignons *A. sorghin* et *Vularia sp*

La suppression de la croissance des champignons après le traitement avec de nombreuses huiles essentielles est associée à la dégénérescence des hyphes fongiques et des altérations dans le système endomembranaire (Romagnoli *et al.*, 2005, Soylu *et al.*, 2006). *Tea tree* peut induire des dommages à la membrane dans les cellules bactériennes et fongiques (Carson *et al.*, 2002).

Les travaux de He *et al.*, (2007) et Chami (2005) ont montré l'activité antifongique in vitro et in vivo de l'eugénol sur *Candida albicans*. Ainsi des études similaires ont montré que les huiles essentielles de *S. Aromaticum* présentent des activités fongistatiques et fongicides sur *Colletotrichum Musae* (agent de l'anthracnose de la banane) et sur *Lasiodiplodia theobromae* responsable de la pourriture de la couronne du bananier (Ranasinghe *et al.*, 2002).



Résumer

Résumer :

Dans le but d'étudier l'effet antifongique de l'huile essentielle d'*Origanum floribundum* sur *Alternaria sp.*, agent causal de l'Alternariose, nous avons effectué une enquête pour dépistage de cette maladie ; se développant sur les tiges, feuilles et tubercules de la pomme de terre.

Après collecte de plants au niveau de différents sites du Parc National de Chréa-Blida, nous avons procédé à l'extraction des huiles essentielles en premier lieu ; par la suite l'isolement et identification du champignon phytopathogène au laboratoire a été effectuée, l'activité antifongique a été évaluée en utilisant deux méthodes à savoir : la confrontation directe et la confrontation à distance par action de substances volatiles ; l'étude a été réalisée in vitro sur milieu PDA.

Les résultats enregistrés ont révélé que l'activité inhibitrice de l'huile en contact direct s'est avérée performante avec un % d'inhibition de 75 % à 100 % en dose pure, par ailleurs après le 6^{ème} jour de culture *A. sp.* a rapidement envahi la boîte de pétri en confrontation à distance, aucune inhibition n'a été enregistrée.

À partir de ces résultats, il serait intéressant d'étudier les mécanismes d'action et de les expérimenter in vivo afin de passer à une large application pour une meilleure protection.

Mots clés : huile essentielle, activité antifongique, *Origanum floribundum*, phyto -pathogène, *Alternaria sp.*

Abstract:

In order to study the antifungal effect of *Origanum floribundum* essential oil on *Alternaria sp.*, the causal agent of Alternariosis, we carried out a survey to detect this disease, which develops on potato stems, leaves and tubers.

After collecting plants from various sites in the Chréa – Blida National Park, we first extracted the essential oils, then isolated and identified the phyto – pathogenic fungus in the laboratory. The antifungal activity was evaluated using two methods: direct confrontation and remote confrontation by the action of volatile substances; the study was carried out in vitro on PDA medium.

The results showed that the inhibitory activity of the oil in direct contact proved effective, with an inhibition of 75 % to 100 % in pure dose, while after the 6th day of culture *A. Sp.* rapidly invaded the petri dish in remote confrontation, no inhibition was recorded.

Based on these results, it would be interesting to study the mechanisms of action and test them in vivo in order to move on to wider application for better protection.

Key words: essential oil, antifungal activity, *Origanum floribundum*, phytopathogen , *Alternaria sp.*

ملخص :

من أجل دراسة التأثير المضاد للزيت العطري لنبات *Origanum floribundum* على *Alternaria sp.*، العامل المسبب لمرض لفحة *Alternaria*، قمنا بإجراء مسح للكشف عن هذا المرض؛ الذي يتطور على سيقان وأوراق ودرنات البطاطس.

بعد جمع النباتات من مواقع مختلفة في منتزه الوطني الشريعة البلدية، قمنا أولاً باستخلاص الزيوت العطرية؛ وبعد ذلك تم عزل وتحديد الفطريات الممرضة للنبات في المختبر، وتم تقييم النشاط المضاد للفطريات باستخدام طريقتين، وهما: المواجهة المباشرة والمواجهة عن بعد بفعل المواد المتطايرة؛ أجريت الدراسة في المختبر على وسط PDA.

أظهرت النتائج المسجلة أن النشاط التثبيطي للزيت عند الاتصال المباشر كان فعالاً بنسبة تثبيط 75% إلى 100% في الجرعة النقية، علاوة على ذلك بعد اليوم السادس من زراعة *A. sp.* سرعان ما غزت طبق بيترى في المواجهة من مسافة بعيدة، ولم يتم تسجيل أي تثبيط.

ومن هذه النتائج، سيكون من المثير للاهتمام دراسة آليات العمل وتجربتها على الجسم الحي من أجل الانتقال إلى التطبيق الواسع لحماية أفضل.

الكلمات المفتاحية: زيت أساسي، نشاط مضاد للفطريات، *Origanum floribundum*، مسببات الأمراض النباتية، *Alternaria sp.*