



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar –El- OUED

كلية علوم الطبيعة والحيا

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم العلوم الفلاحية

Département d'Agronomie

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences Agronomiques

Spécialité : Production Végétale

THEME

Etude de l'effet des alternatives de cuivre sur l'alternariose de la
pomme de terre dans la région d'El Oued

Soutenue le : 2022 / 2023

Présenter et soutenue par :

Touaheri Ayoub

Ayachi Amor Mohammed

Devant le jury:

Président : Bouafain mabrouka

Maitre de conférences A

Université d'El Oued.

Promoteur : Zouioueche F Zahra

Maitre de conférences B

Université d'El Oued.

Co- Promoteur : Saighi Imen

Université d'El Oued

Examineur : Hadeff laila

Maitre de conférences B

Université d'El Oued.

Promotion: 2022 – 2023

Remerciements

Nous remercions dieu tout-puissant de nous avoir donné le privilège d'étudier et de suivre le chemin de la science.

Nous remercions tous ceux qui par leur aide, par leurs conseils, leurs discussions ou leurs encouragements nous avons réalisé ce travail, parmi eux.

Nous tenons à remercier très sincèrement Mme Zouioueche F.Z maître de conférence à l'université d'El Oued pour ces conseils avisés qui nous a permis d'avancer vers un résultat meilleur et pour son aide et sa disponibilité afin de réaliser ce travail. Son encadrement été précieux tout au long de l'année.

Nous remercie vivement Melle Saighi Imen, pour avoir co-diriger avec beaucoup d'attention et de soin ce travail. Nous la remercier également de nos avoir fait bénéficier de ses connaissances et conseils.

Et enfin nous remercions toutes les personnes que nous n'aurons pas nommées ici, bien qu'elles nous soient chères et qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail

Dédicaces

Je dédie ce présent ouvrage en premier lieu aux personnes les plus chères au monde : ma mère et mon père, Al-Bachir Touaharia. Quoi que je fasse, je ne peux pas leur rendre ce qu'ils ont fait pour moi. Si j'arrive ici et que je me tiens devant vous, alors grâce à eux, que Dieu les bénisse, les protège et leur accorde une longue vie.

En particulier, je dédie ce travail à ceux qui ont contribué à tout ce que nous avons accompli en termes de conseils et d'orientation, ainsi que nos encouragements à la réussite et à l'évolution de

sa carrière SAIGHI IMANE

Et bien sûr je dédie ce travail à mes oncles

Dédié à mes chers amis Hassan ramdani et Abdel Baset mesai

A toute ma famille et tous mes amis spisailété kipa

Toutes les sources de bonté, de joie et de sourire

Toutes mes amis d'enfance et du long parcours scolaire et universitaire

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à

*Les deux êtres les plus chères au monde pour toute leur tendresse et
les sacrifices consentis à mon éducation et ma formation et qui n'ont
d'égal que le témoignage de la profonde reconnaissance*

Mon père et Ma mère

A mes chères sœurs

A mes chères collègues et amis sans exceptions de section agronomie

2022/2023

Merci à tous

sommaIRE



Sommaire

Sommaire	
Remerciements	
Résumé	
Sommaire	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste de Graphes	
Introduction Générale	02
Synthèses bibliographiques	
Chapitre I : Généralité sur la pomme de terre	
1. Origine de la pomme de terre	06
2. Culture de la pomme de terre	06
3. Répartition géographique de la culture	08
4. Régions productrices de la pomme de terre en Algérie	08
5. Description botanique de la plante	09
6. Cycle biologique	11
7. Exigences culturales de la pomme de terre	12
8. Plantation	13
9. Valeur nutritionnelle de la pomme de terre	13
10. Etat phytosanitaire de la pomme de terre	14
Chapitre II: Généralité sur l'alternariose	
1. l'Alternaria de la pomme de terre	16
2. Description morphologique d'Alternaria alternaria	16
3. Position taxonomique	17

4.	Les Alternaria pathogènes des solanacées	17
5.	Ecologie de la maladie:	17
6.	Cycle biologique	17
7.	Symptomatologie	19

Sommaire

8.	La lutte contre l'Aternaria	20
1.	Historique de la lutte biologique	21
2.	Lutte biologique par les extraits des végétaux	22
3.	La Plante étudiée la mentha poivrée	26
étude expérimentale		
		29
1.	Objectifs du travail	
		29
2.	Localisation de la zone d'étude	
		36
3.	Méthodologique	
Résultats et discussions		
1.	Résultats	53
2.	Caractéristiques organoleptiques d'extrait obtenu	53
3.	Rendements d'extraction	53
4.	Résultats des essais antifongiques de la croissance mycélienne d'Alternaria alternaria	54
	Conclusion Générale	67
	Références bibliographies	71
	Annexes	82

Liste des Tableaux

Titre	Page
Tableau 01 : Principaux ravageurs de la pomme de terre Selon (PHILIPPE et al.,2008)	14
Tableau 02 : Principales maladies de la pomme de terre Selon (PHILIPPE et al., 2008)	15
Tableau 03: Températures moyennes mensuelles (2011-2022) (TUTIEMPO, 2022)	32
Tableau 04: Précipitations moyennes mensuelles (2011-2022) (TUTIEMPO, 2022).	32
Tableau 05: Humidités moyennes mensuelles (2011-2022) (TUTIEMPO, 2022).	32
Tableau 06: Vitesses moyennes des vents mensuelles (2011-2022) (TUTIEMPO, 2022).	33
Tableau 07: Doses utilisées.	46
Tableau 08: Formule des mélanges des biofongicides.	49
Tableau 09: Echelle de notation de la sévérité d'une maladie	51
Tableau 10: Taux d'inhibition des différents extraits végétaux sur l' <i>Alternaria alternaria</i>	58
Tableau 11: Indice de la sévérité de la maladie de l'alternariose avant traitement	59

Tableau 12: Efficacité du premier traitement par rapport au bloc non traité	61
Tableau 13: Efficacité du deuxième traitement par rapport au bloc non traité	61

Liste des figures

Liste des Figures

Titre	Page
Figure 01: Production en tonnes de la pomme de terres des principaux pays producteurs en 2014 (BENRAMDANE, 2015)	7
Figure 02: Evolution de la culture de pomme de terre en Algérie 2007-2014(FAOSTAT, 2016)	7
Figure 03: Superficie de la pomme de terre au niveau national (DSA, 2015)	9
Figure 04: Champs de la pomme de terre	9
Figure 05 : Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre et cycle végétatif (SOLTNER, 1979)	11
Figure 06 : Cycle végétatif de la pomme de terre (SOLTNER, 2005).	12
Figure 07 : Conidies d'Alarnaria alternata (1:mycelium 2: conodie) (Ellis, 1971)	16
Figure 08: représentation des différents stades de développement des spores et conidiophores d'Alternaria alternaria (SIMMONS, 1999).	18
Figure 09: Symptômes sur feuille	19
Figure 10: Symptomes sur tige	19
Figure 11: Symptômes sur tubercule	20
Figure 1 Montage de l'entrainement à la vapeur d'eau (http://www.pranarom.com)	23

Figure 13: Appareillage utilisé pour l'hydro distillation de l'huile (NEDJAI et al., 2017)	23
Figure 14: La menthe poivrée ou <i>Mentha piperita</i> (GAYDA, 2013)	26
Figure 25: Situation géographique de la zone d'étude (extension de l'Erg Oriental au sud)	29
Figure 16: Localisation de l'étage bioclimatique de souf sur le climagramme d'Emberger	34
Figure 17: Extraction d'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par Clevenger	38

Liste des figures

Figure 18: conservation de l'huile	38
Figure 19: Préparation de l'extrait aqueux de <i>Mentha piperita</i>	39
Figure 20: Cuivre commercial utilisé	40
Figure 21: Localisation des différents sites d'échantillonnage (GOOGLE EARTH, 2023).	41
Figure 3: Ogranes de pomme de terre infectés par l'alternariose.	41
Figure 4 Isolement des champignons.	42
Figure 24: Méthode d'isolement sur le milieu de culture de petit pois	43
Figure 25: Méthode de contact direct	45
Figure 26: Préparations des boites de traitement.	46
Figure 27: Test antifongique.	47
Figure 28: Image satellite de la ferme de pommes de terre à El Megren	50
Figure 29 : Zone plantée avant et après 35 jours	50
Figure 30: Observation macroscopique d' <i>Alternaria alternaria</i>	53
Figure 31: Observation microscopique d' <i>Alternaria alternaria</i> x100	53

Figure 32: Isolement du champignon d' <i>Alternaria alternaria</i> à partir des feuilles infectées	54
Figure 33: Culture pure d' <i>Alternaria alternaria</i> après le repiquage.	54
Figure 34: Croissance mycélienne (cm) d' <i>Alternaria alternaria</i> en fonction des extraits et des différentes doses.	55
Figure 35 : Effets des différentes préparations de biofongicide en fonction de temps (après 1 ^{er} traitement)	59
Figure 36: Effets des différentes préparations de biofongicide en fonction de temps (après 2 ^{eme} traitement)	60

Liste des Graphes

Liste Graphes

Titre	Page
Graphe 01: Evolution de la superficie de la culture de pomme de terre dans la wilaya d'EL-Oued (2009-2019) (D.S.A, 2020)	08
Graphe 02 : Diagramme ombrothermique de "Bagnouls et Gausсен" de la région du Souf (2011-2022).	31
Graphe 03: La croissance mycélienne d' <i>Alternaria alternaria</i> en fonction du temps et des différentes concentrations de cuivre.	57
Graphe 04: La croissance mycélienne d' <i>Alternaria alternaria</i> en fonction du temps et des différentes concentrations de l'extrait aqueux.	57

Graphe 05: La croissance mycélienne d' <i>Alternaria alternaria</i> en fonction du temps et des différentes concentrations de l'huile essentielle.
--

58

Introduction générale

Introduction Générale

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) occupe une place très importante dans notre alimentation. Elle est la quatrième culture vivrière au monde après le blé, le maïs et le riz (F.A.O, 1996).

En effet, la production mondiale est de 360.886.519 tonnes répartis entre 152 Pays producteurs de la pomme de terre dans une surface de 20 millions d'hectares (F.A.O, 2013).

La situation alimentaire actuelle de l'Algérie nécessite une meilleure prise en charge de l'amélioration de la production agricole et notamment celle des cultures stratégiques de large consommation qui sont principalement les céréales et la pomme de terre (YAKHLEF, 2014).

En Algérie, la pomme de terre représente l'une des principales cultures maraîchères. Elle occupe 25 à 30 % des superficies réservées aux maraîchages. Celle-ci a évolué de 28.400 ha avec une production de 232,650 T en 1965 à 140.000 ha avec une production de 4,4 million T en 2013 (FAOSTAT, 2013).

La pomme de terre est un produit agricole stratégique 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, Aïn Defla, Bouira et Mascara. La wilaya est ainsi devenue, rapidement, le premier producteur national assurant 24% de la production du pays (MADR, 2019). Ce succès est dû notamment à l'importante superficie consacrée à cette culture (37.000 ha) et aux conditions climatiques qui permettent d'assurer 2 productions par an (pleine saison et arrière-saison). La culture de la pomme de terre est en grande partie (90%) irriguée par des systèmes de pivot ou d'aspersion

Dans les exploitations maraîchères, les règles relatives au calendrier cultural, aux travaux d'entretien qui devraient être appliquées ne sont plus respectées à cause des moyens humains et matériels sont limités (SNOUSSI, 2010). Ceci rend la pomme de terre comme objet d'attaques par plusieurs ravageurs tels que les pucerons, les thrips, la teigne et la mineuse et par des maladies bactériennes,

virales et fongiques. L'alternariose constitue l'une des maladies les plus largement distribuées géographiquement et dommageable lorsque les conditions climatiques sont favorables.

Pour faire face à cette problématique, il devient de plus en plus indispensable de remplacer ces produits chimiques par des produits qui respectent l'environnement (SCHULTZ et NICHOLAS, 2000). Les extraits de plantes semblent être l'une des méthodes alternatives les plus efficaces de lutte contre les maladies des plantes, moins nocives pour l'homme et l'environnement. (HANAFEY et SABRY, 2013).

La protection des cultures joue un rôle essentiel pour assurer la sécurité et la salubrité des aliments en évidence que les maladies sont probablement la plus grande contrainte à augmenter la production et le rendement globale de la récolte et un du facteur majeur qui limite leur qualité (MORCIA et al., 2015).

L'Algérie par sa situation géographique, offre une végétation riche et diverse, estimée à plus de 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques. Un grand nombre de plantes médicinales et aromatiques y poussent spontanément, dont 15% endémiques reste très peu explorées sur le plan phytochimique comme sur le plan pharmacologique (QUEZEL et SANTA, 1963).

C'est dans ce cadre que nous nous sommes proposé, en essayant de trouver des solutions alternatives au fongicide chimique ou aux concentrations élevées de cuivre utilisées comme fongicide.

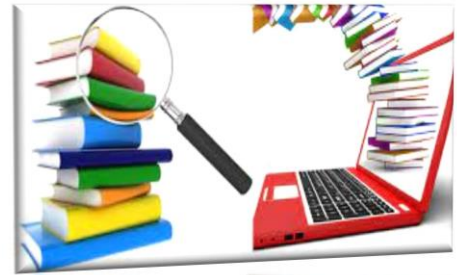
Conséquemment, pour y remédier la maladie de l'alternariose de la pomme de terre nous avons opté à tester des substances d'origine botanique (*Mentha piperita*) de la région d'El Oued, sous forme d'huile essentielle et extrait aqueux.

Les extraits obtenus de la menthe poivrée ont été formulés et associés aux cuivres avec des doses réduites. En effet, nous avons préparé des combinaisons à différentes proportions de l'huile, l'extrait et le cuivre. Ces combinaisons ont été testées *in natura* sur la culture de pomme de terre.

Pour cela, notre étude est structurée en deux parties, une première partie théorique comportant, le premier chapitre abordant des généralités sur la pomme de terre, un deuxième chapitre détaillant la maladie de l'alternariose et le troisième chapitre se focalise sur la lutte biologique et la plante utilisée.

Et la deuxième partie qu'est purement pratique présentée par la méthodologie adoptée pour la réalisation de ce travail. Le dernier chapitre traitera les données et les résultats obtenus avec leur discussion, finalement, nous avons achevé cette étude par une conclusion et perspectives.

synthèses



bibliographiques

Chapitre I : Généralité sur la pomme de terre

1. Origine de la pomme de terre

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) est une plante vivace dicotylédone tubéreuse, herbacée, cultivée pour ses tubercules riches en amidon et possédant des qualités nutritives, originaire d'Amérique du Sud. Elle appartient à la famille des Solanacées, qui sont des plantes à fleurs, et partage le genre *Solanum* avec au moins 2 000 autres espèces, entre autres la tomate, l'aubergine, le tabac, le piment, et le pétunia (BOUFARES, 2012).

Selon GRISON (1993), la pomme de terre, semble avoir pris naissance et avoir vécu à l'état spontané dans les rivages d'Ouest de l'Amérique latine. Sa consommation par la population indienne date des temps immémoriaux. L'introduction en Europe, vers les deuxièmes moitiés de 16ème siècle par les navigateurs ou les pirates. Et c'est l'entrée de la pomme de terre dans l'alimentation humaine a éloigné pour toujours la famine qui sévissait périodiquement.

En Algérie, la pomme de terre a probablement, été introduite une première fois au XVIème siècle par les Maures Andalous, puis elle est tombée dans l'oubli n'ayant pas suscité d'intérêt. Dans la deuxième moitié du XIXème siècle, les colons vont la cultiver pour leur usage, car les algériens y sont réticents malgré les disettes successives. C'est la dernière grande famine des années 30/40 qui viendra à bout de cette opposition (MEZIANE, 1991).

Au niveau du Oued Souf, les premières essais de la culture ont été lancés durant les années 1995, 96, 97 par l'assistance technique de DSA en étroite collaboration avec les instituts spécialisées (L'ITCMI, ITDAS, INRA 2005).

2. Culture de la pomme de terre

2.1. Dans le monde

En 2005, pour la première fois, la production de la pomme de terre du monde en voie de développement avec 161,5 millions de tonnes environ à dépasser celle du monde développé (155,9 millions de tonnes). La Chine est devenue le premier producteur mondial de pommes de terre, et quasiment un tiers de tous les tubercules sont désormais récoltés en Chine et en Inde. (ANONYME, 2007).

La production de la pomme de terre en 2014 dans les principaux pays producteurs est représentée dans la (Figure N° 1) (BENRAMDANE, 2015).

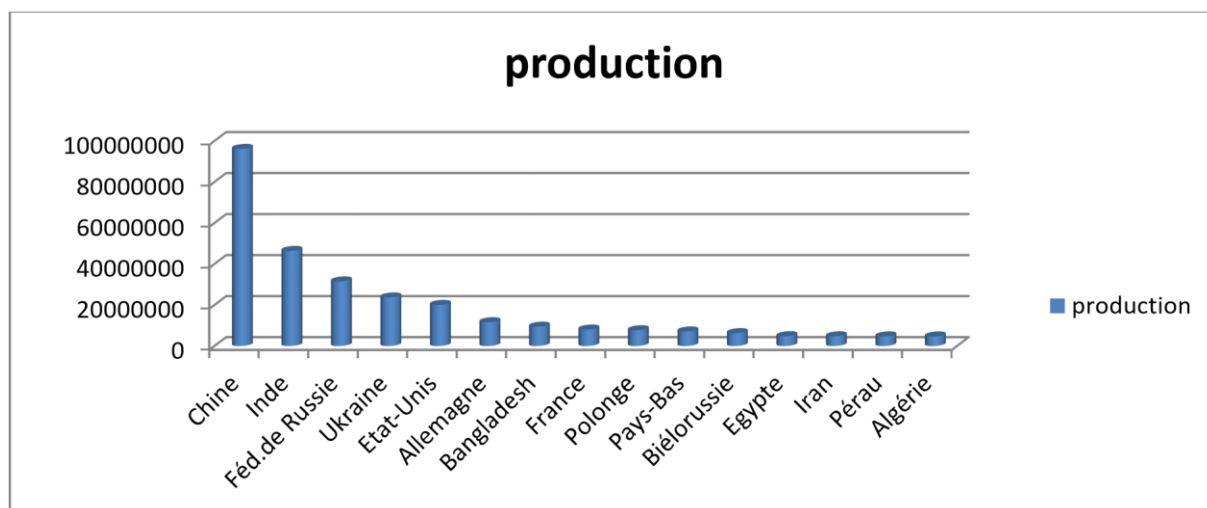


Figure 01: Production en tonnes de la pomme de terres des principaux pays producteurs en 2014 (BENRAMDANE, 2015)

2. 2.En Algérie

La pomme de terre représente la principale culture maraîchère de point du vue superficie et production en Algérie. La production de cette culture a enregistré une évolution considérable durant la dernière décennie (Fig.02). Elle est passée de 1506859 tonnes en 2007 à 4886538 tonnes

sur une superficie de 161156 hectares en 2013 (FAOSTAT, 2016).

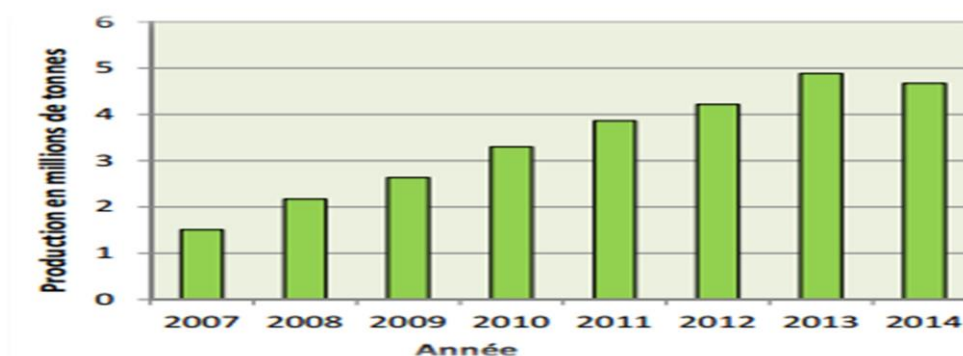


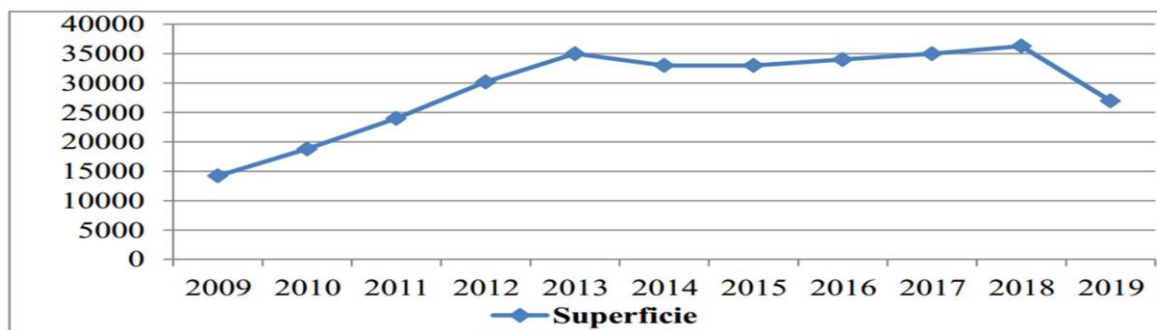
Figure 02: Evolution de la culture de pomme de terre en Algérie 2007-2014 (FAOSTAT, 2016).

2016)

2.3. Dans la wilaya d'El-Oued

La wilaya d'El Oued est connue par sa production abondante de pomme de terre, selon les données statistiques des services agricoles de la wilaya, elle couvre plus de 26% des

besoins du marché national, c'est la première zone productrice au niveau nationale (DSA, 2019). Les communes les plus productrices sont : Hassi Khalifa, Reguiba, Ourmes, Trifaoui, et Taghzout, il en ressort que la production totale de la wilaya est de 11360000 qx sur une superficie cultivée totale de 36200 hectares et un rendement moyen de 314 qx/ha (DSA, 2019).



Graph 01: Evolution de la superficie de la culture de pomme de terre dans la wilaya d'EL-Oued (2009-2019) (D.S.A, 2020)

3. Répartition géographique de la culture

Les zones de production nationale sont réparties selon quatre zones géographiques :

Littoral, sublittoral, atlas tellien et hautes plaines (ANONYME,2010).

3.1. Les variétés Primeur : Boumerdes, Tipaza, Skikda, Alger, Mostaganem, Tlemcen
 3.2. Les variétés Saison : Ain - defla, Mascara, Mila, Souk ahras, Boumerdes, Mostaganem, Sétif, Tizi-Ouzou, Tiaret, Tlemcen, Batna, Chlef, Bouira, El-oued.
 3.3. Les variétés d'arrière-saison : Ain - defla, Mascara, Guelma, Chlef, El Oued, Tlemcen, Mostaganem, Djelfa.

4. Régions productrices de la pomme de terre en Algérie

En raison de sa grande demande sur le marché national, la pomme de terre est cultivée sur tout le territoire. On distingue quatre zones géographiques de production (MADR, 2013).

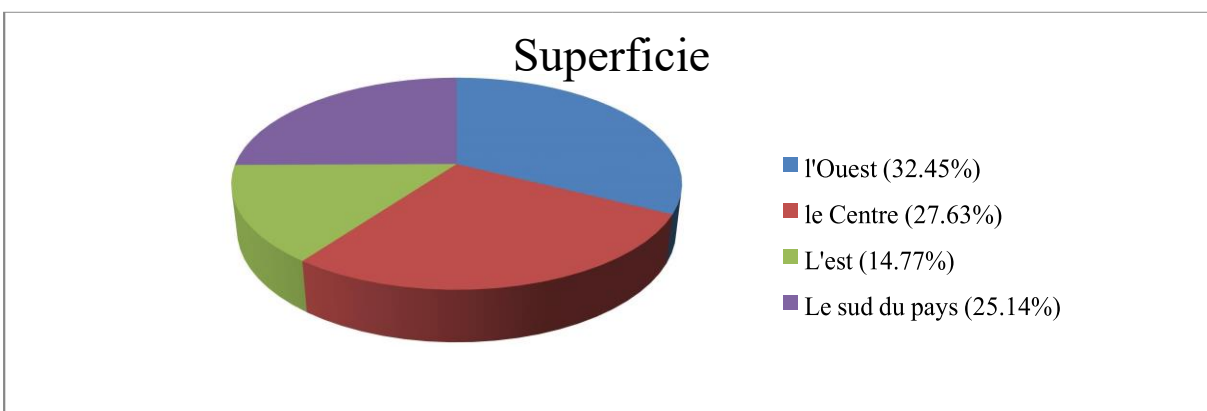


Figure 03: Superficie de la pomme de terre au niveau national (DSA, 2015)

En Algérie, il existe plus de 130 variétés de pomme de terre homologuées, mais une vingtaine seulement sont cultivées dont les plus importantes sont: bartina, kondor, Désirée et Spunta (CNCC, 2010). Selon les statistiques de Germicopa en 2008, cette dernière variété représente 40% des volumes importés, les autres variétés occupent la deuxième place avec 35% du marché.

5. Description botanique de la plante

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L) est une dicotylédone de la famille des solanacées (FEYTAUD, 1949). C'est une espèce herbacée vivace par ses tubercules, mais cultivée en culture annuelle (ROUSSELLE et al., 1996).



Figure 04: Champs de la pomme de terre

2.1. Systématique

Selon KHEDIR et LETOUFA (2008), la position systématique de la pomme de terre est comme suite:

- Embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones
- Sous classe : Gamopétales
- Ordre : Polmoniales
- Famille : Solanacées
- Genre : Solanum
- Espèce : Solanum tuberosum

2.2. Morphologie

2.2.1. Partie aérienne

La pomme de terre est une plante composée d'une ou plusieurs tiges (tiges principales et latérales) herbacées, de port plus ou moins dressé et portant des feuilles alternes disposées en spirale (ROUSSELLES et al., 1996).

Les inflorescences sont des cymes axillaires, composées de 8 à 10 fleurs, de couleurs violettes, bleutées et rouge violacé. Elles sont autogames et ne produisent pas de nectar; elles peuvent être visitées par les insectes. (LAROUSSE AGRICOLE, 2002). Ces fleurs donnent des fruits en forme de baie contenant des graines plates. Ces dernières ne sont utilisées qu'en amélioration génétique afin d'obtenir de nouvelles variétés (ANONYME, 1999).

2.2.2. Partie souterraine

La pomme de terre développe des racines à partir des nœuds situés sur la partie basse de la tige. Les racines servent à l'absorption de l'eau et des nutriments. Elle forme également des stolons qui sont des rameaux souterrains avec croissance plagiotrope et dont les extrémités se développent en tubercules (LAMARA MAHAMED, 2015).

Le tubercule est une tige souterraine où se sont accumulées les réserves. Il peut être de grosseur et de forme variables, allant de rond oblong à long et plus ou moins aplati selon les variétés. Il se développe à partir des bourgeons situés au niveau des yeux du tubercule. Les germes peuvent être blancs ou colorés partiellement à la base ou à l'extrémité (F.A.O., 2008).

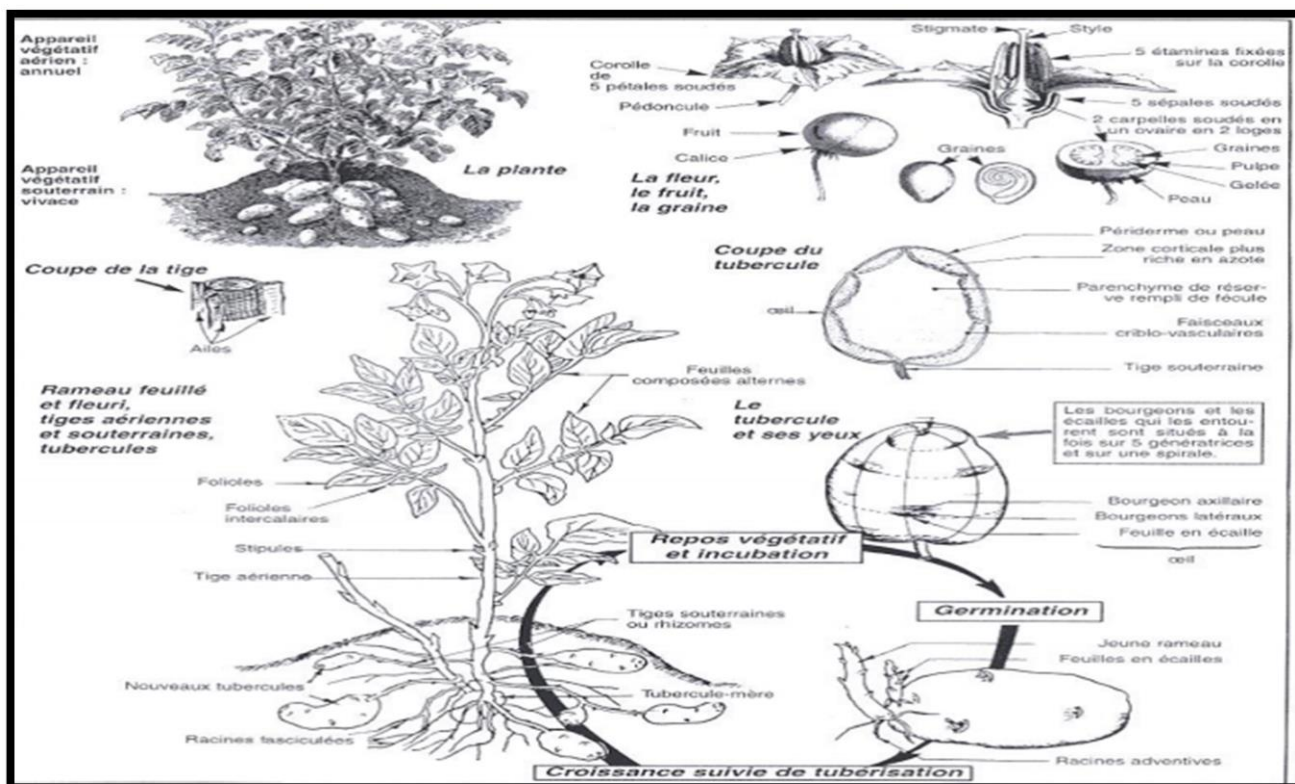


Figure 05 : Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre et cycle végétatif (SOLTNER, 1979)

6. Cycle biologique

Le cycle de la pomme de terre est très court. Il dure de trois à quatre mois, depuis le semis jusqu'à la destruction de l'appareil végétatif (MARTIN, 2004). Il se déroule en trois phases principales à partir de la récolte des tubercules : phase de croissance, tubérisation et repos végétatif. 6.1. Phase de croissance ; Lorsqu'un tubercule germé est planté en terre, ses germes se transforment en tiges feuillées qui donnent, au-dessus du sol, des rameaux, et en dessous des

stolons (MADEC, 1966).

6.2. Tubérisation ; C'est un processus physiologique à développement complexe, qui commence par une inhibition de la croissance longitudinale (le stolon aérien), suivi d'une croissance du tubercule.

Le stolon souterrain une fois différencié, les cellules et les tissus augmentent de volume en emmagasinant des substances de réserves (TRINDALE et al., 2004).

6.3. Repos végétatif ; Durant le repos végétatif, même si le tubercule est placé dans des conditions naturelles optimales (température 15-20°C et humidité relative autour de 90%), ses bourgeons sont incapables de croître (TRINDALE et al., 2003).

A la fin de cette phase, le germe entre en croissance s'il n'y a pas de dormance induite par les conditions du milieu (MONTARRY, 2007). Le repos végétatif a donc des causes internes, probablement liés à l'équilibre entre les facteurs biochimiques promoteurs et inhibiteurs de la croissance. Tandis que la dormance est maintenue par l'effet de facteurs externes, le plus souvent les basses températures (ROUSSELLE et al., 1996).

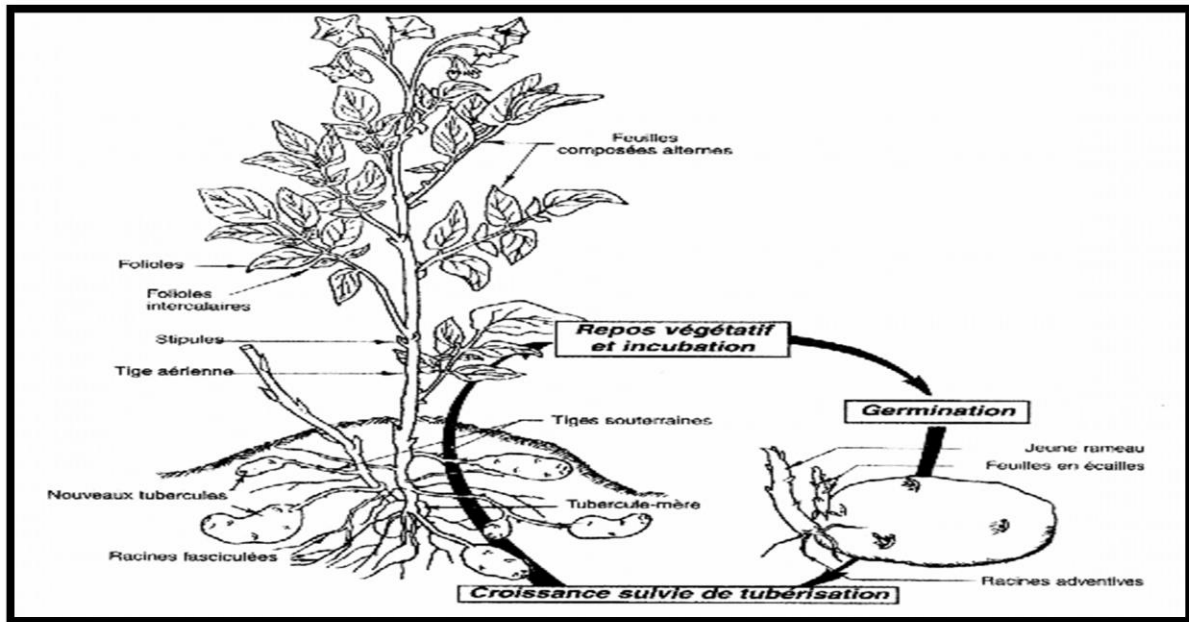


Figure 06 : Cycle végétatif de la pomme de terre (SOLTNER, 2005).

7. Exigences culturales de la pomme de terre

- 7.1. Température ; Elle influence beaucoup le type de croissance. Les hautes températures stimulent la croissance des tiges; par contre, les basses températures favorisent davantage la croissance du tubercule (ANONYME, 1999).
- 7.2. Lumière: La pomme de terre est une plante héliophile. Ses besoins en lumière sont importants surtout pendant la phase de croissance. Ce facteur est déterminant pour la photosynthèse et la richesse en féculé des tubercules (MOULE, 1972).
- 7.3. Sol: La plupart des sols conviennent à la culture de la pomme de terre à condition qu'ils soient bien drainés, aérés et pas trop pierreux. Cette solanacée préfère les sols profonds, fertiles et meubles (BAMOUIH, 1999).

- 7.4. Eau : Les besoins en eau sont très levés particulièrement au moment de la croissance foliaire et de la tubérisation. Pour tous les types de cultures (primeurs ou saison) on arrête l'irrigation 10 à 20 jours avant la récolte (ANONYME, 2007).
- 7.5. PH et Salinité : La pomme de terre préfère les sols siliceux ou silico-argileux, légers, assez frais et profonds. Elle s'accommode à des terres acides dont le pH est assez bas ; 5,5 à 6. Il n'y a que les terrains très argileux, froids et humides au printemps et en automne, secs et compacts en été, ou trop calcaires qui ne lui conviennent pas (GAUTHIER, 1991).

8. Plantation

8.1. Préparation des plants

Pour assurer une bonne préparation des plants, il est nécessaire de procéder au retrait de la chambre froide 2 à 3 semaines avant la plantation. Après la sortie de la chambre froide, les plants doivent être déposés dans un local bien aéré et éclairé. (BAMOUEH, 1999).

8.2. Préparation du sol

Un labour à 20-25 cm de profondeur est indispensable suivi des façons superficielles afin de bien ameublir le sol (REGUIE, 2008).

8.3. Densité de plantation : Pour une bonne occupation du sol, 15-20 tiges /m² paraît optimal. Un plant de calibre 35-55 mm pré germé produit approximativement 5 à 6 tiges principales. Généralement, on place 4 plants/m². Avec une distance de 70 cm entre lignes et 30 cm entre plants, on a besoin de 2000 à 2500 kg de semences par hectare (BAMOUEH, 1999).

8.4. Dose d'irrigation : Ils se situent aux environs de 3 à 4 mm d'eau /jour avant la tubérisation et de 5 à 6 mm/jour dès la formation des tubercules. Les besoins totaux atteignent environ 455 mm (PAVIS et PATRICE, 2003).

8.5. Fertilisation: Vu la durée du cycle végétatif très court (3 à 4 mois), la rapidité de croissance et le système racinaire qui n'est pas assez profond, la fertilisation demeure l'un des facteurs les plus importants pour une bonne production de la pomme de terre (ZINE, 2009). La quantité à épandre varie en fonction de la richesse du sol en matière organique et du précédent cultural dont, 25 à 30 t/ha pour un sol riche en matière organique, 20 à 35 t/ha pour un sol normalement pourvues.

8.6. Récolte : La maturité est indiquée par le jaunissement des feuilles inférieures, dessèchement des tiges et la fermeté de la peau du tubercule (BAMOUEH, 1999).

9. Valeur nutritionnelle de la pomme de terre

Dans sa présentation la plus simple, la pomme de terre apporte des principes nutritifs qui en font un produit presque indispensable à notre alimentation, et la base du régime alimentaire de plusieurs groupes culturels. Sa valeur calorique est modeste, s'établissant entre 80 et 90 kcal (334 à 376 kJ) pour 100 g de pommes de terre. Et elle est composée de 78 % d'eau ainsi que de 22 % de matière sèche (ANONYME, 2000).

10. Etat phytosanitaire de la pomme de terre

La pomme de terre sujette à plusieurs maladies et ravageuse qui cause d'importants dégâts quantitatifs et qualitatifs

10.1. Principaux ravageurs :

Tableau 01 : Principaux ravageurs de la pomme de terre Selon (PHILIPPE et al., 2008)

Ravageurs	Nomenclature	Symptômes
Nématodes à kyste	Globodera rostochiensis et Globodera pallida	Mauvaise croissance du végétal Petites zones nécrotique superficielles
Nématodes à galle	Nématodes Plusieurs espèces de nématodes à galle du genre Meloidogyne	Nanisme et des galles Petites masses blanchâtres gélatineuses et translucides
Nématodes libres	Ditylenchus dipsaci et Ditylenchus destructor	La croissance du végétal est réduite Des taches brunes sur tubercule Momification du tubercule
Vers gris	Agrotis sp	Diminution du couvert végétal
Doryphore	Leptinotarsa decemlineata	Adultes hivernent dans le sol et consommer les première pousses de pomme de terre et parfois même l'épiderme des tiges
Teigne	Phthorimea	Perforation et forage de mines et feutrage gris en surface

10.2. Principales maladies

Tableau 02 : Principales maladies de la pomme de terre Selon (PHILIPPE et al., 2008)

Maladies	Agent causal	Symptômes
Virus Y	PVY, membre –type du genre Potyvirus ce virus transmet par au moins 70 espèces de puceron	Des tâches nécrotiques brunes à noires au niveau de feuilles Altération de zones vert claire et vert foncé
Virus X	Virus X. Ce virus transmet par frottement	Apparition de mosaïques limitées par les nervures
Virus M	Virus M. Le vecteur de cette maladie sont les pucerons	Virus X. Ce virus transmet par frottement Apparition de mosaïques limitées par les nervures
Virus du rattle du tabac	Virus TRV. Transmis par des nématodes de genres trichodorus et paratrachodorus	Des arcs nécrotiques assez marqués ou des lignes sinueuses plus irrégulières Des chevrons jaune brillant
Mildiou de la pomme de terre	Phytophthora infestans ce champignon se transmet par le vent	Brunissement de la base des tiges ou de portions de tige et de pétioles Tâches jaunâtres devenant brunes sur les feuilles de la base
PLRV (potato leaf roll virus)	Virus d'enroulement de la pomme de terre causé par l'accumulation d'amidon qui rend les feuilles dures et craquantes.	Enroulement des feuilles. Le nanisme de la plante

Rhizoctone brun	Rhizoctonia solani.	Attaques sévères sur les tiges et les stolons et enroulement des feuilles Levées irrégulières ou tardives des plantes
--------------------	---------------------	--

Chapitre II: Généralité sur l'alternariose

1. l'Alternaria de la pomme de terre

En 1816, Nees décrit pour la première fois un champignon qu'il nomme *Alternaria tenuis*. Le genre *Alternaria* a, par la suite été décrit par SIMMONS ,(1993). Il est classé parmi les Deuteromycetes Dematiaceae . La complexité taxonomique des *Alternaria* liée à leur diversité et leur hétérogénéité a généré de nombreuses classifications.

Le genre *Alternaria* regroupe plus de 100 espèces ubiquitaires extrêmement répandues dans les sols, la végétation, l'air ou les aliments (SIMMONS, 1993).

L'Alternariose est une maladie très présente en Algérie; elle affecte toutes les productions de plein champ et sous les tunnels plastique (serre), les conséquences de la défoliation sont graves, elles contribuent au ralentissement et à la diminution de la production voir même la perte de fruit. Sont causées par deux champignons du genre *Alternaria*: *Alternaria solani* et *Alternaria alternata* (ITCMI, 2010).

2. Description morphologique d'*Alternaria alternata*

Alternaria alternata est un champignon filamenteux cosmopolite ubiquiste. Communément isolé à partir de plantes, de sols, de nourriture corrompue ainsi que de l'air ambiant des habitations (CRIQUET et al., 2008). Caractérisé par des conidies en chaînes simples ou ramifiées, brunes, irrégulières, 20-80 x 9-18µm, plus souvent avec un rostre apical court mais bien différencié (BARNETT et al., 1972). Les conidies présentent des cloisonnements transversaux et longitudinaux et sont caractéristiques du genre *Alternaria*

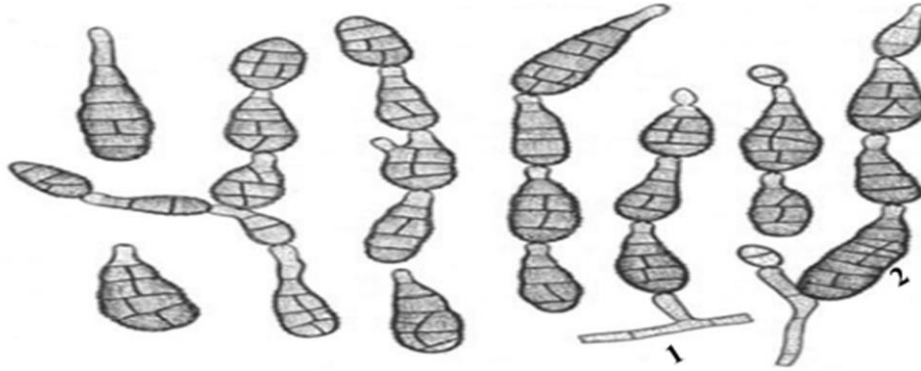


Figure 07 : Conidies d'*Alternaria alternata* (1:mycelium 2: conodie) (Ellis, 1971)

3. Position taxonomique

Selon le catalogue of life (25 mars 2016), la taxonomie du genre *Alternaria* est:

Règne: Fungi

Embranchement: Ascomycota

Classe: Dothideomycetes

Ordre: Pleosporale

Famille: Pleosporaceae

Genre: *Alternaria*

Espèce: *Alternaria alternaria*

4. Les *Alternaria* pathogènes des solanacées

Alternaria est signalée plusieurs décennies comme pathogène des Solanacées depuis plusieurs décennies et a longtemps été décrite comme pathogène des tomates, des aubergines, des pommes de terre et de plusieurs espèces de cette famille botanique (BLANCARD et al., 2012).

5. Ecologie de la maladie:

L'alternariose est favorisée par des hygrométries élevées et des températures comprises entre 18°C et 30°C. Les rosées, de faible précipitation continues (5mm) ou des irrigations par aspersion suffisent à son extension, mais elles doivent être répétées pour que la maladie évolue rapidement. La plupart

des travaux en aeromycology démontrent que le rapport des spores d'*Alternaria* dans des échantillons d'air dans les climats tempérés et humides, diffèrent de quelques-uns à plusieurs dizaines de pour cent (MAYA-MANZANO et al., 2012).

6. Cycle biologique

Les champignons du genre *alternaria* sont des deuteromycètes (syn. Adélomycètes, *fungi imperfecti*). Cette classe renferme tous les champignons à mycélium cloisonné dont la forme de reproduction est généralement inconnue mais possèdent un mode de multiplication asexuée, par conidies. Certaines espèces d'*alternaria* ont une reproduction sexuée et leur forme parfaite appartient aux loculoascomycètes (genre *Pleospora* ou *Lewia*) (ELISE, 1971). Tous les téléomorphes connus des taxons d'*Alternaria* sont membres du genre d'Ascomycète *Lewia* Barr et Simmons. *Lewia* est une ségrégation d'un groupe hétérogène d'espèces à ascoma « ou ascocarpe » relativement restreint historiquement accumulée dans *Pleospora* Rabh. (sensu Wehmeyer, 1961). La relation des taxons d'*alternaria* du groupe d'espèces *A. infectoria* avec ceux des espèces *Lewia* est maintenant mieux établie à travers les nombreuses études sur les ascospores-à-conidies et les conidies-à-ascoma en cultures axéniques (SIMMONS, 2007). Les *Alternaria* sont classés dans l'ordre des hyphales (Syn. Moniliales), ayant des conidiophores peu différenciés, libre, disséminés sur le substrat et à croissance sympodiale et des conidies qui se forment hors d'un concept spécial. La coloration foncée de leur mycélium et de leurs conidies les classent dans la famille des Dematiaceae (AGRIOS, 2005).

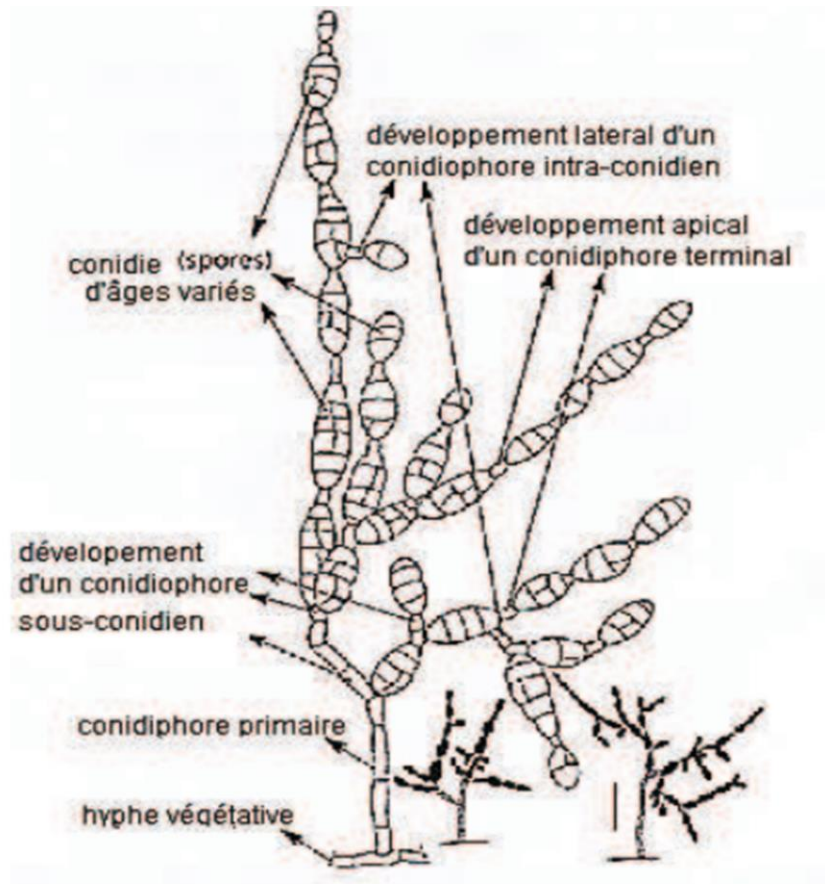


Figure 08: représentation des différents stades de développement des spores et conidiophores d'*Alternaria alternaria* (SIMMONS, 1999).

7. Symptomatologie

7.1. Sur feuille:

A la face supérieure des feuilles on observe des tâches dispersées, très bien délimitées, brunes à brun-noir, de type nécrotique avec un contour anguleux, de quelques mm jusqu'à 2 cm de diamètre

EL, 1991).



Figure 09: Symptômes sur feuille

(MICHEL,
1991).

Figure 09: Symptômes sur feuille

7.2. 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 10: Symptômes sur tige

(MICHEL,1991).

Figure 10: Symptômes sur tige

7.3. Sur tubercule

Les symptômes sont des taches (jusqu'à quelques cm) en dépression, de 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).



Figure 11: Symptômes sur tubercule

8. La lutte contre l'Alternaria

L'alternariose de la pomme de terre réduit considérablement les rendements à la fois qualitatifs et quantitatifs. 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 :

8.1. Les pratiques culturales et sanitaires:

consistent à éviter de blesser les plants pendant les opérations de récolte (les blessures étant une porte d'entrée privilégiée pour la pourriture molle) et à désinfecter les équipements agricoles (De BOER, 2001). L'utilisation de semences saines et un bon espacement des plants au champ, ainsi que la pratique des rotations de cultures permettent de réduire l'incidence de cette maladie.

8.2. La lutte biologique:

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 le même registre, divers extraits de plantes, des huiles végétales (Acacia concinna, Bassia latifolia, Azadirachta indica...) permettraient de limiter le développement de ce parasite (BLANCARD et al., 2012).

8.3. La lutte chimique

L'Alternariose est habituellement combattue par l'application de fongicides luttant contre le mildiou (GUIDE DE LA CEE-ONU, 2014). Les fongicides sont couramment utilisés pour contrôler la brûlure foliaire et sont constitués de produits protecteur comme le mancozèbe (Dithane) et le chlorothalonil (Bravo), le manébe, l'iprodione, le difénoconazole, le cymoxanil+ famoxadone, le thiophanate-méthyle (BLANCARD et al ; 2012).

Chapitre III: Généralité sur la lutte biologique et la plante utilisée

1. Historique de la lutte biologique

En agriculture biologique, les produits agricoles doivent être obtenus sans utilisation de produits chimiques de synthèse. Ainsi, en ce qui concerne la défense des végétaux, seuls les moyens biologiques, les moyens culturaux et les pesticides à base de substances naturelles sont autorisés. D'après ABBOU (2012).

La lutte biologique connaît ces dernières années une popularité due en partie à un certain échec de la lutte chimique qui constitue un danger sur l'environnement et sur l'homme. En fait, l'utilisation des moyens de lutte biologique contre les agents phytopathogènes antagonistes a connu un essor considérable durant les deux dernières décades (MOURIA et al., 2013).

La première utilisation référencée de lutte biologique a été effectuée par les Chinois, dans les environs de l'an 304 avant Jésus-Christ. Dans les vergers d'agrumes, les fermiers utilisaient des fourmis tisserandes (*Oecophylla smaragdina* Fabricius) indigènes qui consommaient une variété de ravageurs pour protéger les fruits (PENG, 1983).

De nombreux chercheurs se sont intéressés par l'étude de *Trichoderma harzianum*, qui semble être l'espèce qui a fait l'objet de polémique et l'espèce qui fait choix de notre travail. En effet, il est testée contre *Phytophthora capsici* (EZZIYYANI et al., 2004), *Phytophthora infestans* (KERROUM et al., 2015), *Sclerotium rolfsii* (ELAD et al., 1979), *Rhizoctonia solani* (ELAD et al., 1979), *Botrytis cinerea* (FERREIRA, 1990).

Au Québec et en Ontario, depuis 1984, le Bt est le seul produit qui est recommandé pour l'usage en forêt contre la tordeuse et d'autres insectes, soit certains lépidoptères, diptères et coléoptères, selon la variété de Bt (SMIRNOFF, 1991).

En Algérie les premières tentatives d'acclimatation et d'utilisation d'auxiliaires ont été faites en 1922 avec des coccinelles *Novius (Rodolia) cardinalis* pour lutter contre la cochenille australienne *Icerya purchasi*. En effet cette cochenille, introduite à Boufarik en provenance de la côte d'Azur, faisant d'énormes dégâts sur agrumes. (DOUMANDJI et al., 2014).

2. Lutte biologique par les extraits des végétaux

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

2.1. Historique

Les extraits sont des préparations liquide, obtenues à partir de drogues végétales généralement à l'état sec. Un extrait végétal est un ensemble composé de molécules volatiles, odorantes, renfermées dans les organes producteurs de certains végétaux extraites de celle-ci par différentes méthodes d'extraction. Ces substances se trouvent dans les feuilles et les fleurs, mais également dans les graines, les racines et les écorces des plantes. La plante constitue un grand potentiel pour nos sociétés. Outre le rôle alimentaire, médicinal, social, culturel et socio-économique, la plante ou les produits dérivés de plantes sont utilisés pour la conservation ou pour la protection des récoltes et des plantes (BONZI, 2007).

Au début du XVI^{ème} siècle, Paracelse, médecin suisse, considéré comme le père de la pharmacologie étudia l'extraction de «l'âme» des végétaux sous forme de «quintessence» (ou cinquième essence) à laquelle on donnera le nom «d'esprit», puis «d'essence» et finalement «d'huile essentielle» (PARIS et al., 1971). Vers la fin du XVI^{ème} et du XVII^{ème} siècle, plus de 100 huiles essentielles étaient utilisées.

2.2. Huiles essentielles

2.2.1. Définition

Les huiles essentielles sont des extraits végétaux volatiles et odorants appelés également substances organiques aromatiques liquides, qu'on trouve naturellement dans diverses parties des arbres, des plantes et des épices, elles sont volatiles et sensibles à l'effet de la chaleur, elles ne contiennent pas de corps gras (YAHYAOUI, 2005).

2.2.2. Mode d'obtention des huiles essentielles

En raison de la diversité et la fragilité de matières premières des H.E l'extraction de ces dernières exige l'utilisation de moyens peu violents (THIERRY, 1988). La pharmacopée française ainsi qu'AF.N.O.R et n'admettent seulement deux entreaux (AFNOR, 1986):

- L'entraînement à la vapeur d'eau.

- L'expression à froid des péricarpes frais de certains citrus.
Les méthodes d'extraction sont adaptées aux propriétés physiques les plus importantes des huiles essentielles.
- Leur volatilité dans l'air et dans la vapeur d'eau.
- Leur solubilité dans les solvants organiques.

a) Entrainement à la vapeur d'eau

le principe de cette méthode est de récupérer l'huile essentielle des végétaux en faisant passer à travers ces dernières un courant de vapeur d'eau. Ces vapeurs saturées en composés organiques volatiles sont condensées et récupérées par décantation (KEBBAB ET FERKIR., 2004).

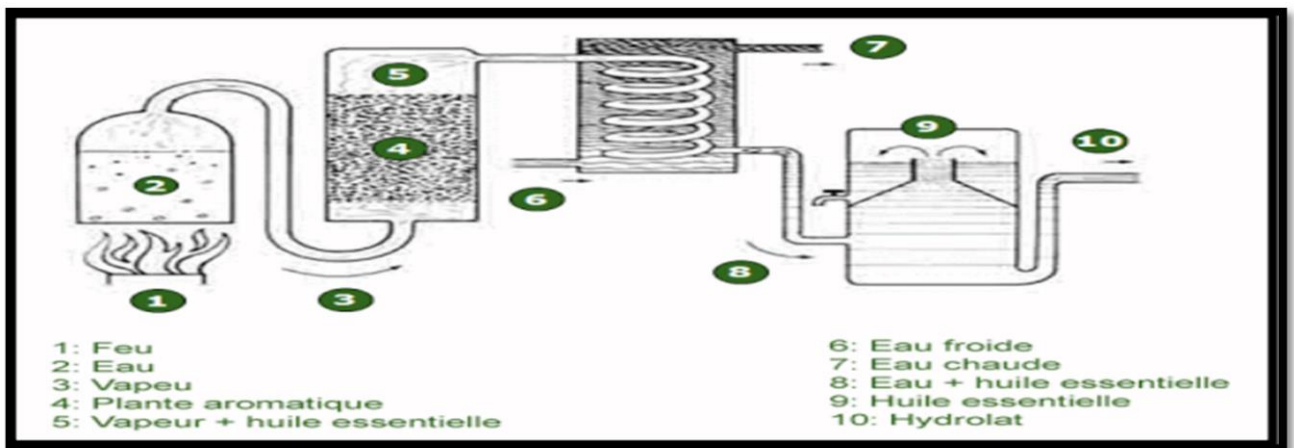


Figure 5 Montage de l'entrainement à la vapeur d'eau (<http://www.pranarom.com>) b)

Hydrodistillation

elle consiste à immerger directement la matière végétale à traiter (intact ou broyée) dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite portée à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle est récupérée après décantation (BRUNETON, 1999).

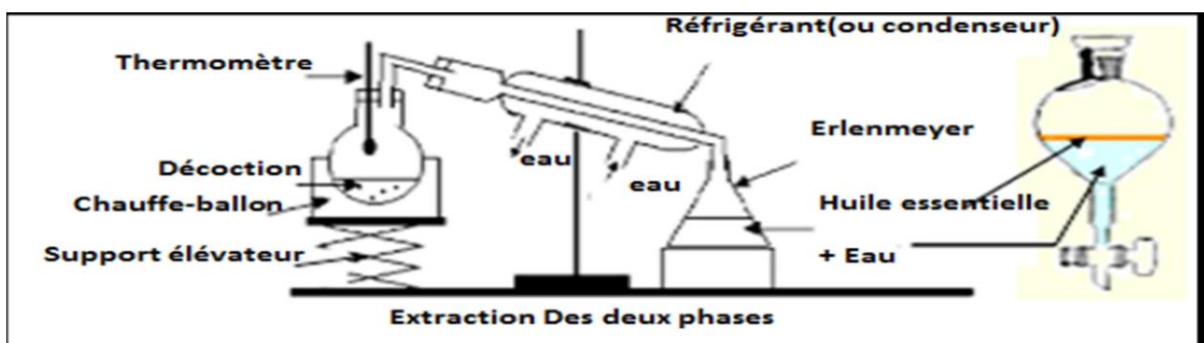


Figure 13: Appareillage utilisé pour l'hydro distillation de l'huile (NEDJAI et al., 2017)

c) Distillation à la vapeur saturée

dans ce cas le matériel n'est pas en contact avec l'eau: la vapeur d'eau est injectée à travers la masse végétal disposée sur des plaques perforée en dessus de la base de l'alambic, les constituants volatils peu soluble dans l'eau sont entraînés et après condensation, séparés du distillat par décantation. Celle-ci s'effectue dans un récipient spécial (BRUNETON, 1999).

d) Extraction par percolation (soxhlet)

elle consiste à faire passer lentement un solvant à travers une cartouche de papier épais et poreux ou une pochette de papier filtre. Elle présente l'avantage de ne pas utiliser beaucoup de solvants (KHELIFA, 2002).

2.2.3. Conservation des huiles essentielles

La plupart des molécules constitutives des huiles essentielles sont insaturées, ce qui les rend instables et sensibles à l'altération. Selon les conditions de conservation, les essences naturelles peuvent être sujettes à des réactions secondaires telles que : le réarrangement moléculaire, la polymérisation, l'oxydation, la fermentation, l'hydrolyse, etc. Les huiles essentielles pures, se conservent officiellement 5 ans. Il est possible de limiter ces dégradations en prenant certaines précautions(BRUNETON,1993):

- L'utilisation des flacons de faible volume en aluminium, en acier inoxydable ou en verre brun, entièrement remplis et fermés de façon étanche.
- Le stockage à basse température.
- La conservation sous atmosphère d'azote.

2.2.4. Propriétés des huiles essentielles

- Antibactérienne Puisque les phénols (carvacrol, thymol) possèdent le coefficient antibactérien le plus élevé, suivi des monoterpénols (géraniol, menthol, terpinéol), aldéhydes (néral, géraniol) (BELKOU, 2005).
- Antivirale

Les virus donnent lieu à des pathologies très variées dont certaines posent des problèmes non résolubles aujourd'hui. Les huiles essentielles constituent une aubaine pour traiter ces fléaux infectieux, les virus sont très sensibles aux molécules aromatiques.

- Antifongique Les mycoses sont d'une actualité criante, car les antibiotiques prescrits de manière abusive favorisent leur extension, avec les huiles essentielles on utilisera les mêmes groupes que ceux cités plus haut, on ajoutera les sesquiterpéniques et les lactones sesquiterpéniques. Par ailleurs, les mycoses ne se développent pas sur un terrain acide. Ainsi il faut chercher à alcaliniser le terrain (BELKOU,2005). Le groupe des phénols possède une action puissante contre les parasites
- Antiseptique Les aldéhydes et les terpènes sont réputés pour leurs propriétés désinfectantes et antiseptiques et s'opposent à la prolifération des germes pathogènes (BENAYAD, 2008). 2.3. Les Extraits aqueux

2.3.1. Définition

Il existe un grand nombre de plantes qui ont des propriétés pesticides. Les flores locales, cultivées ou spontanées, offrent beaucoup de possibilités pour la lutte phytosanitaire. Un exemple bien connu est celui du Neem ou Margousier d'Inde (*Azadirachta indica*), un arbre présent un peu partout en Afrique. Toutes Ses parties, mais surtout ses graines, contiennent une substance active (azadirachtine) que l'on peut utiliser comme insecticide, et qui est efficace contre un grand nombre d'insectes tels que la Noctuelle de la tomate (*Helicoverpa armigera*), la Teigne des choux (*Plutella xylostella*), la Coccinelle et des cucurbitacées (*Henosepilachna elaterii*), les thrips et les pucerons. Les autres produits végétaux possédant des propriétés insecticides sont le pyrèthre, la roténone (extraite du Derris), le piment, l'ail, le curcuma ou le tabac dont les extraits sont surtout efficaces contre les pucerons et les thrips . En outre, beaucoup d'autres plantes ont des effets insectifuges (basilic, carotte citronnelle, écorce de citrus, eucalyptus, oignon, tagète et même les feuilles de tomate), fongicides (ail, amarante, manioc amer, oignon, papayer, piment rouge, ricin,...), nématocides (crotalaire, lilas de Perse, ricin, tagète,...). Leur efficacité dépend de l'organe de la plante utilisé (graines, écorce, feuilles, tiges, bulbes,...) et du moment de prélèvement de celui-ci (BOURAS ET BENHAMZA, 2013).

2.3.2. Importance des extraits végétaux en phytoprotection

L'emploi des extraits de plantes comporte des avantages certains. En effet les plantes constituent une source de substances naturelles qui présente un grand potentiel d'application contre les insectes et d'autres parasites des plantes et du monde animal (BONZI, 2007). Les produits biodégradables

provenant de plantes constituent une bonne alternative qui permet aux producteurs de pouvoir assurer la protection de leurs cultures à un coût relativement faible. La réduction de l'emploi des pesticides chimiques due à l'utilisation des extraits de plantes contribue énormément à la réduction de la pollution de l'environnement et cela permet également d'améliorer la santé publique des populations (WEAVER et al, 2000 in BONZI, 2007).

3. La Plante étudiée la mentha poivrée

3.1. L'origine

La menthe poivrée est originaire de l'Inde. Elle est cultivée en Europe centrale et du sud, Amérique du Nord et du sud, Asie, Afrique du Nord, Presque dans le monde entier. Elle se trouve à l'état sauvage dans toute l'Australie, l'Amérique du Nord et en Europe (CHARLES, 2013). S'adaptant à tous les climats hormis les plus extrêmes. Elle aime les terrains frais, argileux et calcaires (ZYBEK, 2000).

3.2. Description morphologique

Mentha x piperita est un hybride issu d'un croisement spontané entre *Mentha aquatica* (la menthe aquatique) et *Mentha spicata* (la menthe verte), c'est à ce titre qu'une petite croix sépare le nom de genre (*Mentha*) du nom de l'hybride issu du croisement (*piperita*) (BAUDOUX, 2002).

Elle est rampante, à tiges quadrangulaires, ascendantes, pouvant atteindre 1,20 m de haut, ses feuilles sont opposées, ovales, aiguës et dentées, généralement d'une belle couleur verte, souvent ridées, parfois duveteuses, à partir desquelles se dégage une forte odeur caractéristique facilement reconnaissable. Les fleurs, qui poussent en grappes à l'aisselle des feuilles sont de couleur rose, les tiges sont de couleur pourpre (MORIGANE, 2007)

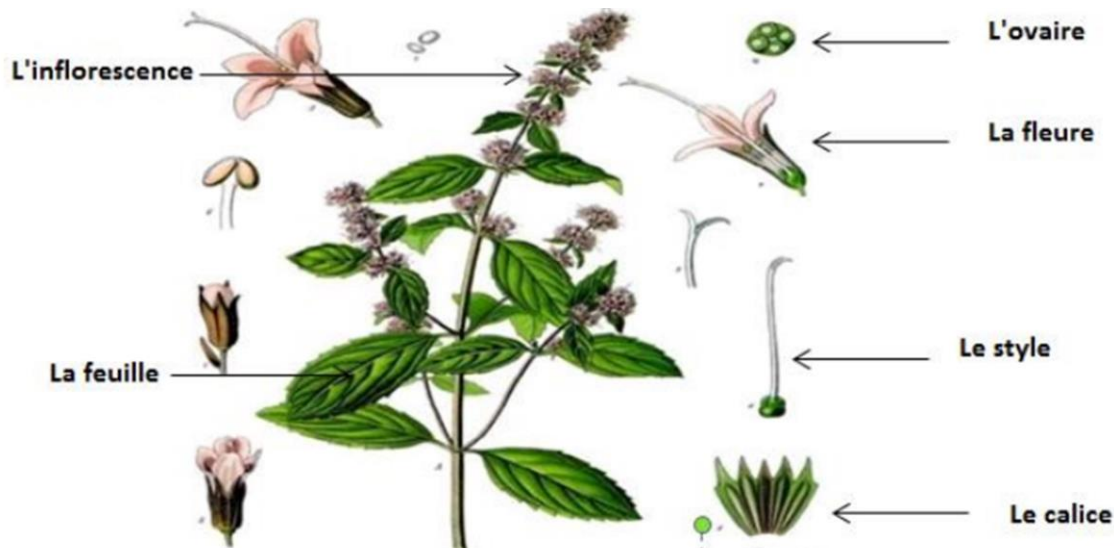


Figure 14: La menthe poivrée ou *Mentha piperita* (GAYDA, 2013)

3.3. Position systématique

Selon KOUAME et al., (2016), La classification botanique est

Embranchement: Spermaphytes
 Sous embranchement: Angiospermes
 Classe: Dicotylédones
 Sous classe: Gamopétales
 Ordre: Sympétales
 Famille: Lamiacées (labiacées)
 Genre: *Mentha*
 Espèce: *Mentha piperita*

3.4. Utilisation

La menthe poivrée est importante en utilisation industrielle comme aromatisant aussi bien pour les produits médicamenteux que pour ceux de la parapharmacie et de l'hygiène .l'industrie agroalimentaire est le principal consommateur: liquoristerie (liqueur, sodas, sirops à diluer) confiserie (bonbon et sucre cuits ,pâtes à mâcher , chocolat) l'industrie de tabacs et la parfumerie, 90% de la production mondiale d'essence de menthe poivrée est produite par les USA (HAMMAMI et ABDESSELEM, 2005). Elle est utilisée pour soulager les maux de tête, traite les

parasites de la peau (démangeaisons cutanées). Elle traite l'inflammation des voies respiratoires et de la muqueuse buccale, soulage les symptômes, du rhume et de la toux, les douleurs Rhumatismales musculaires, et névralgiques (HAMMAMI et ABDESSELEM,2005). Les propriétés antivirales ont été approuvées pour plusieurs espèces de menthes. Les huiles essentielles de *M. piperita* et *M. spicata* ont été évaluées pour leurs activités antivirales contre l'herpès simplex de type-1 (HSV-1) et la para-influenza de type-3. Les deux huiles ont exhibé une activité antivirale plus forte contre l'herpès HSV-1 (ORHAN et al., 2012).

étude



MENTALE

expérimentale

1. Objectifs du travail

Ce travail a été effectué dans les laboratoires pédagogiques de la faculté des sciences de la nature et la vie de l'université d'El Oued. L'objectif principal de cette étude est d'échantillonner et d'isoler une souche spécifique de maladie fongique de différentes parties de plants de pomme de terre (tiges, feuilles, tubercules) qui présentent des

Etude Expérimental

symptômes de ces maladies. Ces échantillons ont été collectés à différents endroits de la région de El OUED en 2023. Le deuxième objectif de cette étude est d'essayer de faire la lumière sur l'activité antifongique d'un extrait (*Mentha piperita*), avec certaines substances qui sont utilisées comme alternatives naturelles aux produits chimiques utilisés en traitement.

2. Localisation de la zone d'étude

2.1 Situation géographique

La région d'El-Oued est située dans la partie nord-est du Sahara algérien (BasSahara), à la frontière nord du Grand Erg Oriental entre (33° et 34°) N et (6° et 8°) E Est. Cette immense plage de sable est située entre la Méditerranée centrale au nord et la frontière sud du Grand Erg Oriental au sud et le golfe de Gabès tout aussi loin à l'est. et Atlas du Sahara Occidental. Limite la zone :

- La frontière Algéro-Tunisienne (chotts El-Djerid : région de Tozeur) à l'Est.
- Les chotts Melghir et Merouane au Nord (région de Biskra).
- L'Oued-Righ (région de Touggourt) à l'Ouest.

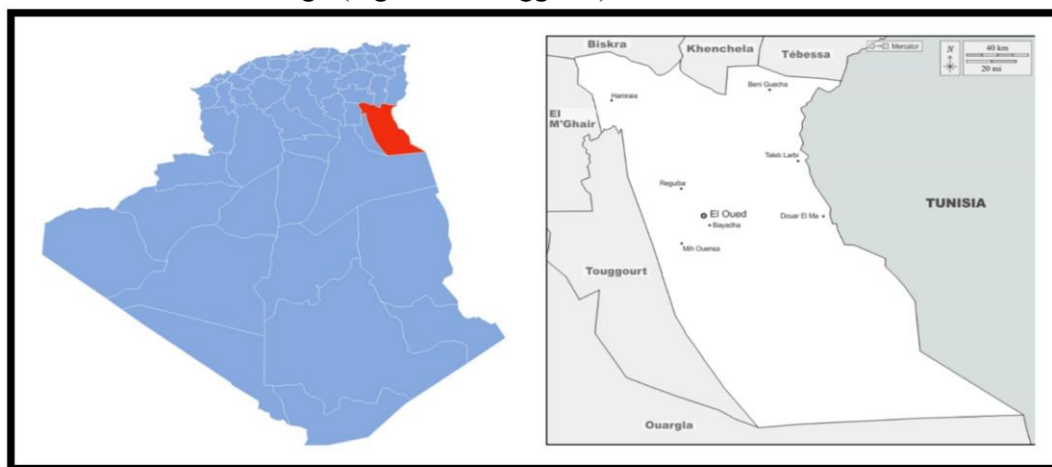


Figure 15: Situation géographique de la zone d'étude (extension de l'Erg Oriental au sud)

El-Oued forme un massif dunaire qui se trouve à environ 630 Km au Sud – Est d'Alger et 350 Km à l'Ouest de Gabes (Tunisie) avec une largeur d'environ 160 km. L'altitude moyenne d'El-Oued est de 80 m, alors que celle des Chotts, situés au Nord, elle descend jusqu'à moins 40 m (surface topographique) au-dessous du niveau de la mer. Il couvre une superficie de 54000 km² (D.S.A, 2022).

Etude Expérimental

Après le découpage administratif de 2019, la wilaya d'El-Oued est délimitée par:

- La frontière Algéro-Tunisienne à l'Est.
- Les wilayas de M'gair et de Togourt à l'Ouest.
- Les wilayas de Biskra, Khenchela et Tébessa, au Nord.
- La wilaya d'Ouargla au Sud (Fig.15).

2.2 Contexte écologique de la région d'étude 2.2.1. Facteurs abiotiques

a) Relief

Le terrain est très accidenté et couvert de chaînes de dunes de sable, en particulier la partie sud-ouest, atteignant une hauteur de plus de 100 mètres, et repose sur une formation quadrilatère de plusieurs dizaines de mètres de sables doux balayés par le vent, compacts, homogènes et uniformes avec un grand nombre de fosses artificielles (Ghut) et disculper (vide entre les dunes : al-houd).

au sud, on rencontre des dunes denses et bien marquées, parfois hautes de 200 mètres ou plus ; Ils s'appellent Ghroudes.

b) Facteurs hydrogéologiques

La wilaya d'El Oued dispose de réserves en eau très importantes, représentées par trois types d'aquifères, dont l'un est libre et correspond au niveau de la nappe phréatique, et les deux autres types sont captifs, ce qui correspond aux aquifères multicouches du complexe final et le couche continentale.

Nappe phréatique

Toutes les eaux souterraines du secteur de l'Oasis de Souf correspondent essentiellement à la partie supérieure des formations continentales déposées à la fin du Quaternaire et se trouvent à des profondeurs de 10 à 83 mètres. En raison de son importance, cette eau souterraine était la principale source d'irrigation des grandes palmeraies et est principalement utilisée par les puits traditionnels. La profondeur du toit de ce réservoir dépasse parfois 20 mètres (GHENABZIA, 2016).

Nappe du Complexe Terminal (CT)

Etude Expérimental

La zone de production de cette nappe est entre 200-500 m, le débit moyen par puits varie entre 25-35 l/s et la qualité chimique est de 2-3 g/l de résidu sec. Le niveau hydrostatique des eaux souterraines varie entre 10 et 60 mètres selon les zones (DREW, 2007).

□ Nappe du Continental Intercalaire (CI)

L'eau du Continental Intercalaire est collectée à une profondeur moyenne de 1900 m, et l'eau de cette eau est caractérisée par une température très élevée de plus de 60 °C et une teneur en solides résiduels de 2 à 3 g/l (DREW, 2007) .

c) Sol

Le sol de la région du Souf est généralement sous-développé. La couche superficielle est constituée d'un sol sablonneux très profond et ne forme pas de couches rocheuses. De plus, ces sols se caractérisent par une faible teneur en matière organique, une grande structure particulière perméable et une texture sableuse. Le Souf sable est constitué de silex, de gypse, de calcaire et parfois d'argile (VOISIN, 2004).

d) Climat

Le climat de la région du Souf est sec, avec des étés chauds et des hivers doux. Les contraintes climatiques les plus importantes demeurent : la fréquence des vents violents, comme la grêle et les tempêtes de sable (D.P.A.T. 2005). Informations sur les différentes parties du climat (pluie, vent, température, humidité, évaporation). Analyse des données climatiques sur 12 ans, 2011-2022, nous ont permis d'étudier les paramètres climatiques suivants:

Température

la température est un paramètre important à prendre en compte dans la caractérisation de la zone d'étude La zone du Souf est caractérisée par une température moyenne annuelle de 35,09 C°. Les mois les plus froids sont janvier et décembre, 11,32 et 12,67 °C. Les températures les plus élevées varient de 34,26 à 33,85 °C et correspondent à juillet-août.

Tableau 03: Températures moyennes mensuelles (2011-2022) (TUTTIEMPO, 2022)

Etude Expérimental

Mois	M Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	A Sep	Oct	Nov	Déc
(C°)	1,32	2,86	7,63	3,52	6,28	2,3	3 4,26	3,85	3 1,19	2,78	7,2	2,67

Précipitation

Les précipitations sont très rares et irrégulières, leur répartition est marquée par une sécheresse quasi absolue du mois de Mai jusqu'au mois d'Août, et un maximum au mois de septembre avec 16 mm, avec une moyenne annuelle cumulée de précipitation de 83,53 mm.

Tableau 04: Précipitations moyennes mensuelles (2011-2022) (TUTITEMPO, 2022).

Mois	MJan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Pmoy
(mm)	4,7	9,6	9,8	14,3	4,5	2,3	2,03	2,6	16	3,7	10,3	3,7	83,53

Humidité Relative

L'humidité exprime le pourcentage d'eau dans l'atmosphère sous forme de vapeur ou la quantité de vapeur d'eau dans un mètre cube d'air en grammes. L'humidité est mesurée avec un hygromètre (ONM, 2022).

Tableau 05: Humidités moyennes mensuelles (2011-2022) (TUTITEMPO, 2022).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Humidité (%)	59,9	49,6	44,8	37,9	34,2	31,4	28,1	32,6	43,4	50,15	57,1	61,74

La moyenne la plus forte pour la période d'étude est celle du mois de décembre (61,74%), et la plus faible est celle de juillet (de 28,1%).

Vents

La direction des vents dans la région d'El-Oued est Est, à dominante Nord-Est, puis dans une moindre mesure Ouest et Sud-Ouest, caractérisée par des températures très élevées (Sirocco).

Etude Expérimental

Tableau 06: Vitesses moyennes des vents mensuelles (2011-2022) (TUTTIEMPO, 2022).

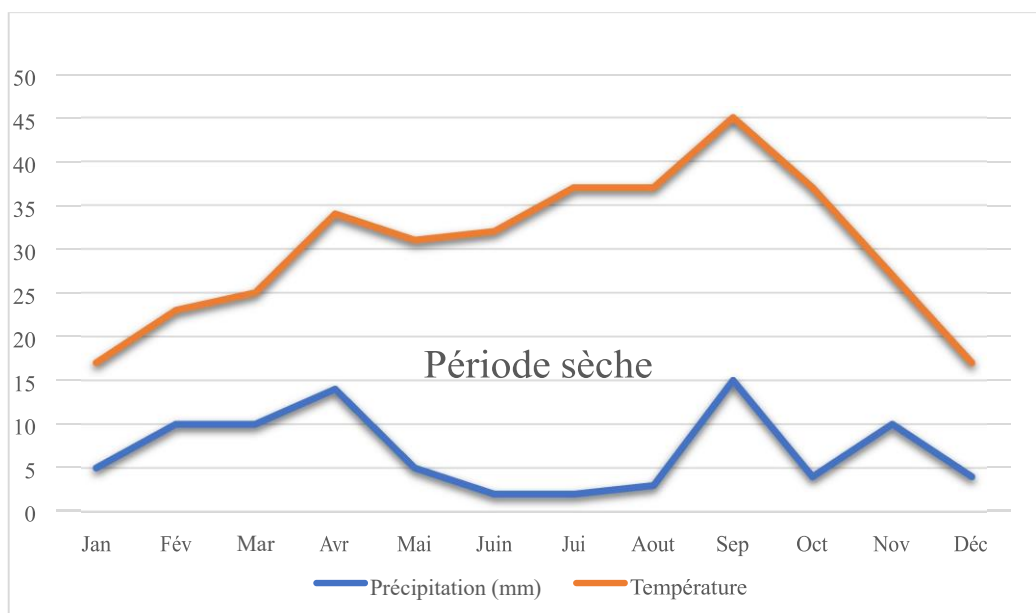
Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Vitesse (Km/h)	18,3	20,2 1	26,32	28,61	25,74	23,92	22,3	23,8	20,41	17,5	17,6 4	17,05

e) Synthèse climatique

Diagramme ombrothermique de Bagnauls et Gausсен

Un diagramme thermique d'ombre peut être utilisé pour déterminer ou mettre en évidence les périodes sèches et pluvieuses d'une région particulière. Il combine la température moyenne mensuelle et les précipitations $P \geq 2T$.

Le diagramme ombrothermique de Gausсен graphe N° 02 montre que la sécheresse est permanente durant toute l'année à cause des faibles précipitations et des températures élevées.



Graphe 02 : Diagramme ombrothermique de "Bagnauls et Gausсен" de la région du Souf (2011-2022).

Climagramme d'Emberger

En utilisant les précipitations d'Emberger, différentes phases du climat méditerranéen (humide, subhumide, semi-aride, sec et saharien) et les variations de chaque phase (hiver doux, frais, froid ou chaud) peuvent être distinguées. Elle est fonction de la température moyenne maximale du mois le plus chaud (M), de la température

Etude Expérimental

moyenne minimale du mois le plus froid (m) et de la pluviométrie annuelle (p) en millimètres (DAJOZ, 2000).

Selon STEWART (1969), le quotient est écrit comme suit :

$$Q2= 3,43x P / (M-m)$$

- P: Somme des précipitations annuelles exprimées en mm.
- M: Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud exprimées en °C.
- m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid exprimées en °C.

La quantité de précipitations calculée pour la période de 12 ans 2011-2022 dans la région du Souf est de 5,94. En référant cette dernière valeur à la température des mois les plus froids du climat d'Emberger (m = 5,45 °C), on constate que la région du Souf est au stade bioclimatique saharien avec des hivers doux.

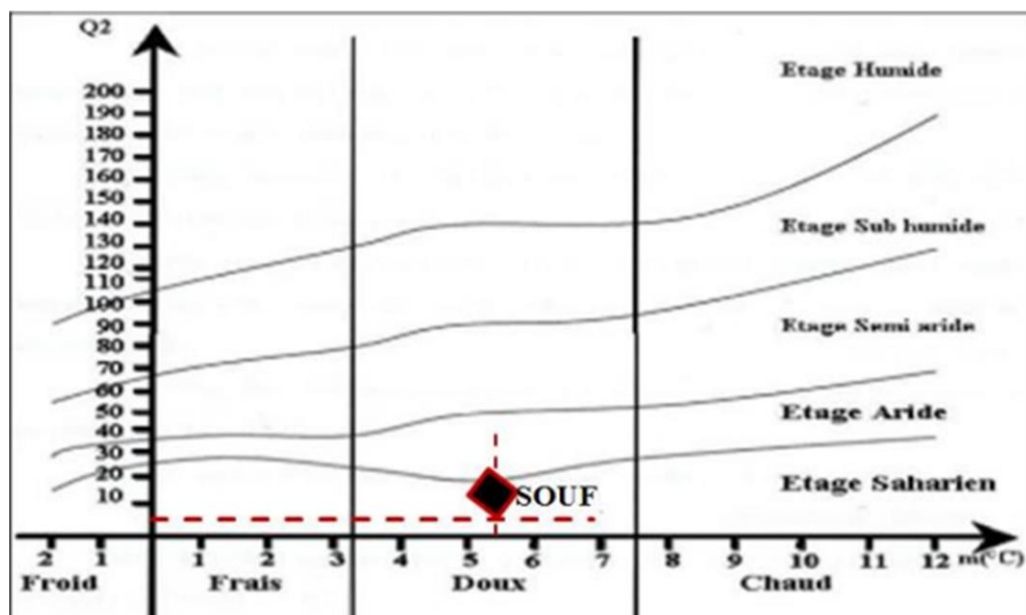


Figure 16: Localisation de l'étage bioclimatique de souf sur le climagramme d'Emberger

2.2.2. Facteurs biotiques

a) Flore et végétation

Etude Expérimental

La végétation est un élément important de la protection des sols, elle protège contre le ruissellement des eaux pluviales directement mécaniquement, réduisant la vitesse de déplacement de l'eau et favorisant sa pénétration (RAMADE 1984).

Selon OZENDA (2004), la flore du Sahara semble très pauvre quand on compare le petit nombre d'espèces vivant dans ce désert avec sa vaste superficie. La flore du nord du Sahara est relativement homogène. L'endémisme y est élevé, car les grands espaces ne sont pas propices à la vie (QUEZEL, 1963).

La flore de la zone est peu diversifiée, mais elle est principalement représentée par des espèces à affinité xérophile et halophile, par exemple : *Stipagrostis pungens*, *Tamarix articulata*, *Salsola foetida*, *Lymoniastrum guyoninaum*, *Atriplex halimus* et *Phragmites communis* (CHEHMA, 2006).

b) Richesse faunistique

Dans la région, selon VOISIN (2004), les deux branches principales sont les insectes (Dictioptera, Orthoptera, Coleoptera, Lépidoptère et Diptera), les arachnides (Acariens, Scorpionidés et Araignées), les mammifères (rongeurs, carnivores, insectivores et ongulés). (Saurophytes et ophites).

La zone d'étude abrite également une importante diversité d'oiseaux, représentée qualitativement principalement par les canards, canards eurasiens, canards, colverts, canards, canards marbrés et quantitativement par les flamants roses (CAUVET, 1999).

2.3. Cadre social et économique de Souf

Les manifestations de la vie quotidienne se traduisent dans un système qui prend en compte les opportunités économiques, les vocations agricoles, commerciales et artisanales. Si nous voyons principales activités dans l'ordre, nous donnons un aperçu général sur l'économie du Souf.

2.3.1. Agriculture pour l'homme du Souf, l'agriculture est la principale activité de la région comme culture dominante, pomme de terre, palmier dattier dans les Ghouts ou en surface.

Les Sahara Ghosts fonctionnent comme un agro système basé sur la trilogie eau/habitat/palmeraie ; pour leur apporter l'eau, les soufis s'imaginaient y aller, creuser assez de sable pour en laisser 2 m, puis planter des palmiers dans le sol, pour

Etude Expérimental

qu'ils extraient l'eau et l'eau avec leurs racines, c'est le principe de la culture Bouri (en sec). conditions) nous ne mettons pas d'eau d'irrigation sur la terre apportée, mais les palmiers obtiennent ce dont ils ont besoin.

Le Souf est le principal fournisseur jusqu'à 40% de la pomme de terre nationale (MADR, 2015). En quinze ans (1999-2015), la production de légumes a été multipliée par 98, ce qui est étonnant (DSA, 2015). L'introduction de ces cultures irriguées dans ces régions a transformé les terres désertiques en un nouvel Eldorado agricole.

2.3.2. Artisanat

El Oued a toujours été un centre d'artisanat, en particulier pour les objets liés à la technologie agricole ancienne. On considère les activités artisanales, ce sont les tailleurs, les tapissiers, les maçons, les cordonniers, les menuisiers, les bijoutiers, les forgerons.

2.3.3. Commerce

De par sa situation géographique entre trois pays (Algérie, Tunisie, Libye), la région du Souf est devenue un lieu stratégique exceptionnel, on peut dire que la ville d'ElOued est un centre très actif d'échanges commerciaux, et de ce fait elle constitue un centre commercial. . De toute la région du Souf, d'où l'importance de ce marché (O.N.S 2004).

3. Méthodologique

3.1. Matériel utilisés

3.1.1. Appareils et produits chimiques



Au laboratoire, les matériaux utilisés dans ce travail comprennent du matériel biologique composé d'une plante et d'un type spécifique de champignon ainsi que du matériel non biologique, notamment de la verrerie, de l'équipement, des appareils et des produits chimiques (Annexe 01).

3.1.2. Matériel végétal

L'extrait botanique est obtenu à partir de plante locale *Mentha piperita* récoltée en hiver dans différents endroits de la région d'El-Oued (,Bayada, El Magren, Hassi Khalifa) (Tableau n°06).

Etude Expérimental

Tableau 06: Quelques caractéristiques de la plante étudiée

Espèce	Etat frais	Etat sec	Partie utilisée	Date de Collecte
Mentha piperita			Feuilles	16/11/2022 15/12/2022 20/01/2022

3.2. Méthodologie du travail 3.2.1. Procédé d'extraction

a) Séchage de plante

L'espèce soigneusement déracinée séchée à l'air libre, à l'ombre dans un endroit sec et aéré, à l'abri de la chaleur et de la lumière, dont la durée du séchage de la menthe poivrée était 10 à 15 jours .

b) Extraction de l'huile essentielle

L'extraction de l'huile essentielle de la plante étudiée est réalisée dans sa totalité à l'échelle du laboratoire par hydrodistillation suivant la méthode d'entraînement à la vapeur d'eau en utilisant un appareil de type Clivenger.

Méthode d'extraction

Dans un béccher de 1 litre, nous mettons 50 grammes de matière végétale de la menthe. Ensuite, nous y ajoutons 600 ml d'eau distillée. Le décanteur est connecté à l'unité de condensation et l'eau est placée dans le programmateur. Ainsi, le flacon et son contenu sont placés dans un endroit chaud pendant 3 heures.

Le mélange réactionnel constitué de matières végétales et d'eau distillée est porté à ébullition avec un chauffe-ballon. Lors de l'ébullition, les cellules éclatent et commencent à libérer le contenu des huiles essentielles, qui sont transférées au refroidisseur avec de la vapeur d'eau et après condensation, l'huile s'accumule dans l'ampoule à décanter.

Etude Expérimental

Afin de préparer l'extrait aqueux, on ajoute 50 g de menthe broyée avec 500 ml d'eau distillée et on agite la solution pendant 6 heures, puis on la filtre.

Après avoir filtré la solution sur du papier filtre Whatman, filtré la solution et transféré la solution concentrée à 20 ml par évaporateur rotatif à une température ne dépassant pas 45 ° C

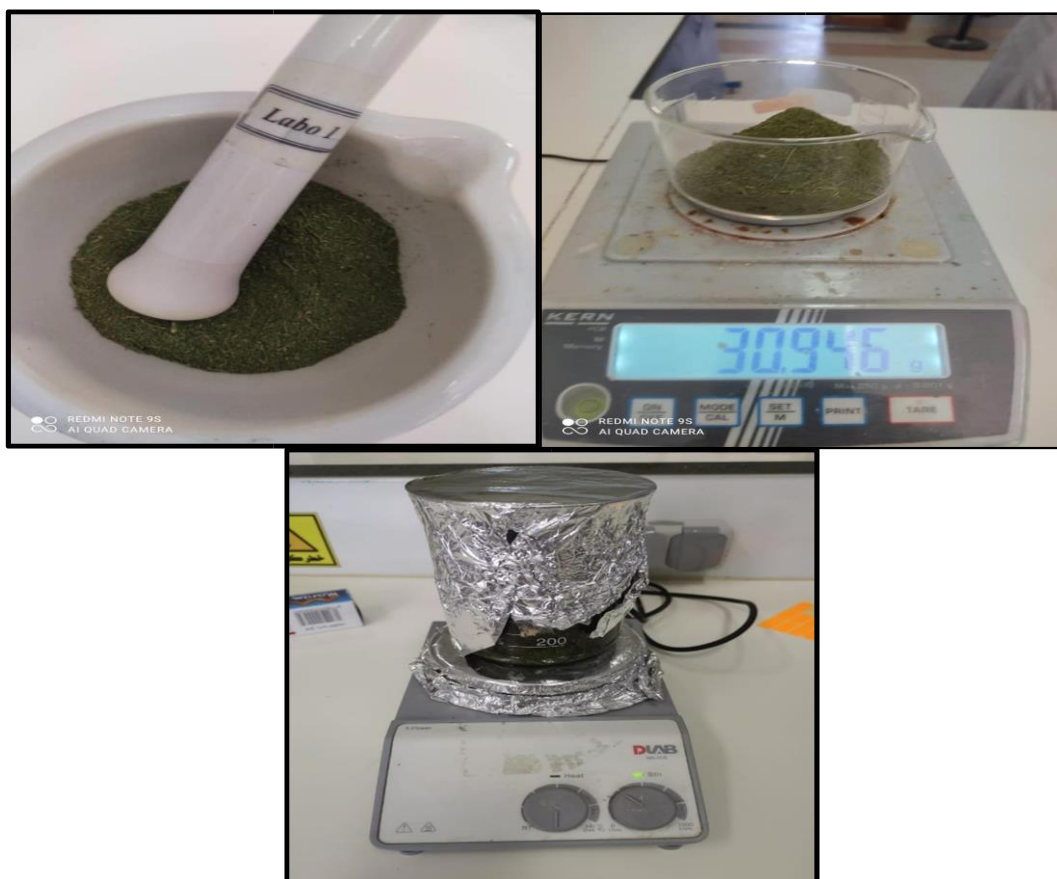


Figure 19: Préparation de l'extrait aqueux de *Mentha piperita*

f) Préparation de cuivre

Etude Expérimental

Nous prenons 1 millilitre de cuivre à l'aide d'une aiguille médicale stérile puis le dissolvons dans 300 millilitres d'eau distillée en nous assurant que toute la solution s'est dissoute.



Figure 20: Cuivre commercial utilisé 3.2.2.

Identification de la maladie de l'alternariose

a) Echantillonnage

Le choix des sites dépend de la valeur de la production de pomme de terre, malheureusement affectée par les maladies fongiques notamment l'alternariose.

Pour ce travail, nous avons choisi 3 fermes (Al-Kaifi, Fathaiza, Bavi) réparties entre 3 stations agricoles importantes : Al-Bayada, Al-Rabah et Douar el maa (Fig. 21). La maladie fongique est identifiée à partir des symptômes descriptifs de l'alternariose et confirmée au laboratoire par la culture des organes suspects. Donc, les organes infectés ont été prélevés de la culture de la pomme de terre (feuilles, tige et tubercules) de deux cultivars (Sponta, Partina,) en novembre 2022 (mi-novembre) à 9 heures du matin. Ces organes ont ensuite été placés dans des sacs en papier propres puis conservés à 4 °C.

Etude Expérimental

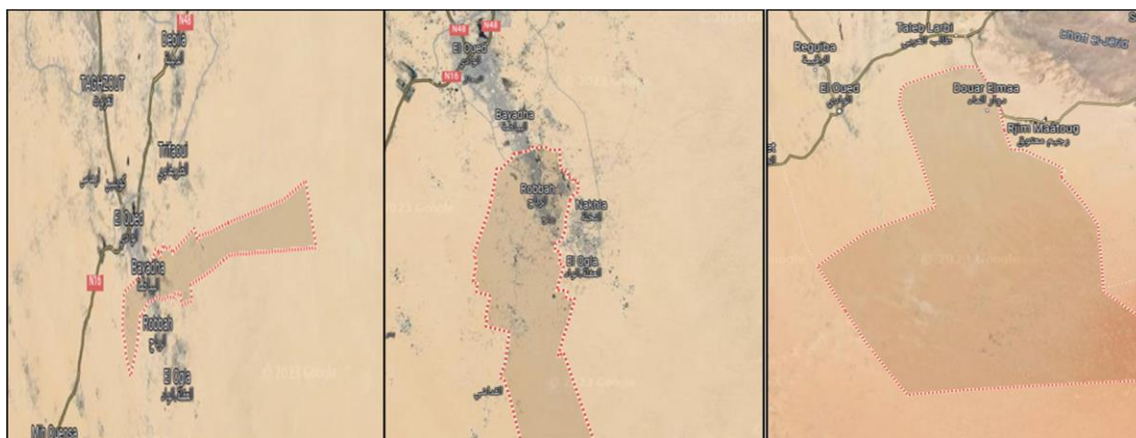


Figure 21: Localisation des différents sites d'échantillonnage (GOOGLE EARTH, 2023).



Figure 2: Ogranes de pomme de terre infectés par l'alternariose.

b) Technique d'isolement des agents pathogènes sur pomme de terre

La méthode d'isolement est réalisée selon le protocole décrit dans (ZHU et al., 2001). Nous avons désinfecté les feuilles avec de l'eau de Javel diluée pendant 5 minutes, puis les avons lavées plusieurs fois avec de l'eau distillée stérile puis séchées pendant deux minutes. Ces feuilles sont placées sous des tranches de pommes de terre entières avec des pinces stériles dans des boîtes stériles à embout benzénique. Après 4 jours d'incubation dans une étuve à 19,5 C°, nous avons prélevé les échantillons

Etude Expérimental

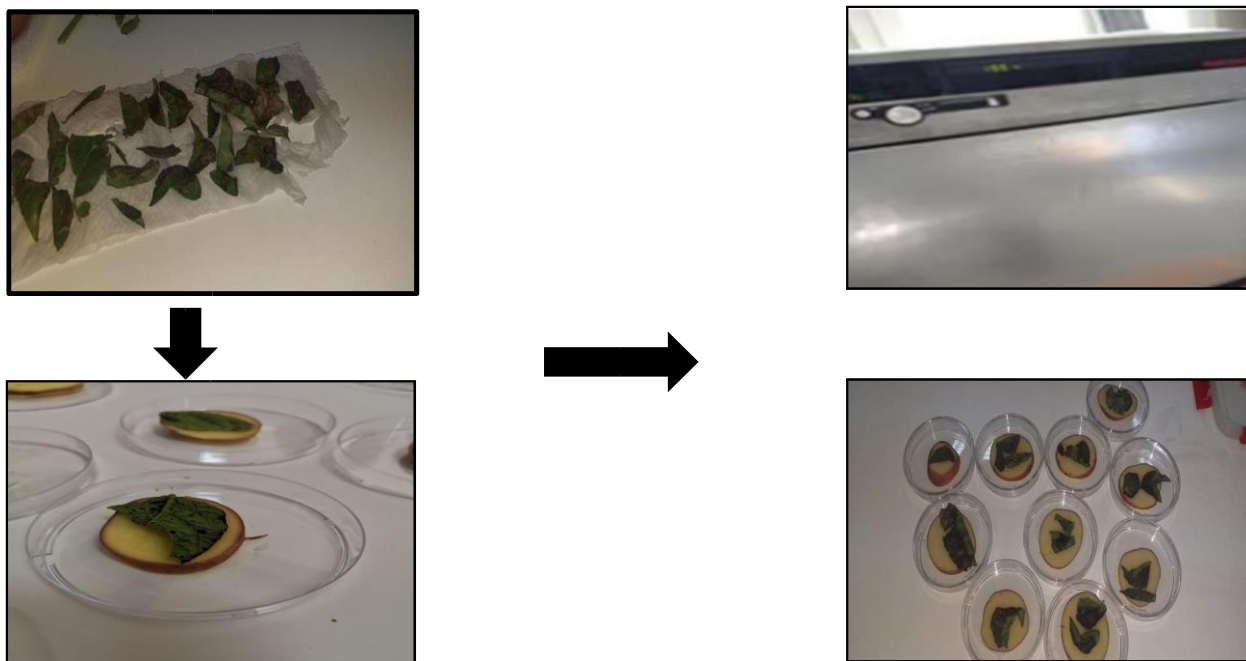


Figure 3 Isolement des champignons.

c) Identification des isolats fongiques

La pureté des souches est vérifiée par examen microscopique basant sur quelques critères morphologiques de la classification des espèces fongiques.

□ Observations microscopiques

Les éléments structuraux ont été dimensionnés sur une lame micrométrique porte objet. L'étude des caractères microscopiques, qui est réalisée à l'aide d'un microscope optique préposé par GALLEGLY et al., (2008), telles que l'aspect de l'hyphe (cloisonné ou non cloisonné), morphologie des sporanges (la forme, la longueur, la largeur), la longueur du pédicelle sur le sporange à l'aide d'un micromètre , la caducité et la disposition des sporanges. Elle se fait par prélèvement de champignon à l'aide du scotch à l'approche de bec benzène et les mettre sur une lame stérile contenant une goutte de l'eau distillée puis observé sous microscope optique (grossissement x 40 e tx100). Après le prélèvement de 45 échantillons et les étudiés en laboratoire, nous obtenons 2 types des champignons (*Alternaria alternaria*, *Alternaria solani*) appartenant au genre responsable de la maladie de l'alternariose, ainsi qu'il est avéré que l'espèce *Alternaria Alternaria* est la plus répandue dans tous les sites étudiés.

D) Isolement des champignons sur le milieu de culture de petit pois

Etude Expérimental

L'isolement se fait sur le milieu de culture de petits pois, contenant des antibiotiques pour prévenir le développement de certaines bactéries et champignons (Annexe 01). Le milieu de culture est versé dans des boîtes de Pétri à raison de 15 ml par boîte. Ces boîtes sont laissées sur le banc pour se refroidir.

Les feuilles malades ont été désinfectées avec de l'eau distillée pendant 2 minutes. De petites feuilles de pomme de terre sont coupées aseptiquement avec des ciseaux stériles et placées dans des boîtes de Pétri avec des pinces stériles, une incubation des boîtes pendant 4 jours est nécessaire.

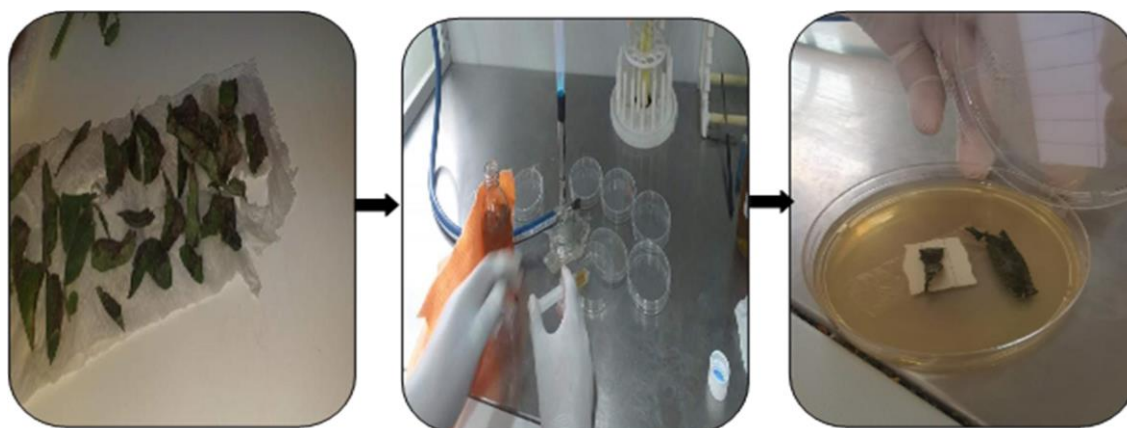


Figure 24: Méthode d'isolement sur le milieu de culture de petit pois

L'échantillonnage a lieu lorsque le développement de la souche est suffisant. Une purification des souches est effectuée par prélèvement d'un fragment de colonie à l'aide d'un couteau stérilisé, en évitant le contact avec d'autres colonies voisines dans la même boîte avec du milieu de petit pois. Ce fragment est placé au centre de la boîte contenant le nouveau milieu. La plantation se fait de manière aseptique près de bec de benzène et la souche est incubée à une température modérée pendant 3 jours jusqu'à l'obtention de souches fongiques pures.

E) Lecture des colonies

L'identification des souches fongiques est réalisée par deux techniques classiques : l'observation macroscopique et microscopique des souches. Ces deux techniques sont les plus souvent suffisantes pour déterminer le genre des champignons isolés (BOURGEOIS et LEVEAU, 1980).

- Etude des caractères microscopiques des souches

Etude Expérimental

Cela nécessite l'assemblage de lames microscopiques (microscope optique relié à un ordinateur). Dans le cas de la méthode, une goutte d'eau distillée est déposée sur une lame, après quoi un échantillon d'hyphes du champignon observé est apporté et étalé dans la goutte ; la lame est recouverte d'une lamelle et l'observation est faite avec différents grossissements (x40) puis fixation à l'aide d'un examen microscopique, il est possible d'étudier les signes suivants:

- hyphes cloisonnés ou non
- mycélium coloré, incolore
- disposition des conidiophores et des conidies

□ Etude des caractères macroscopiques

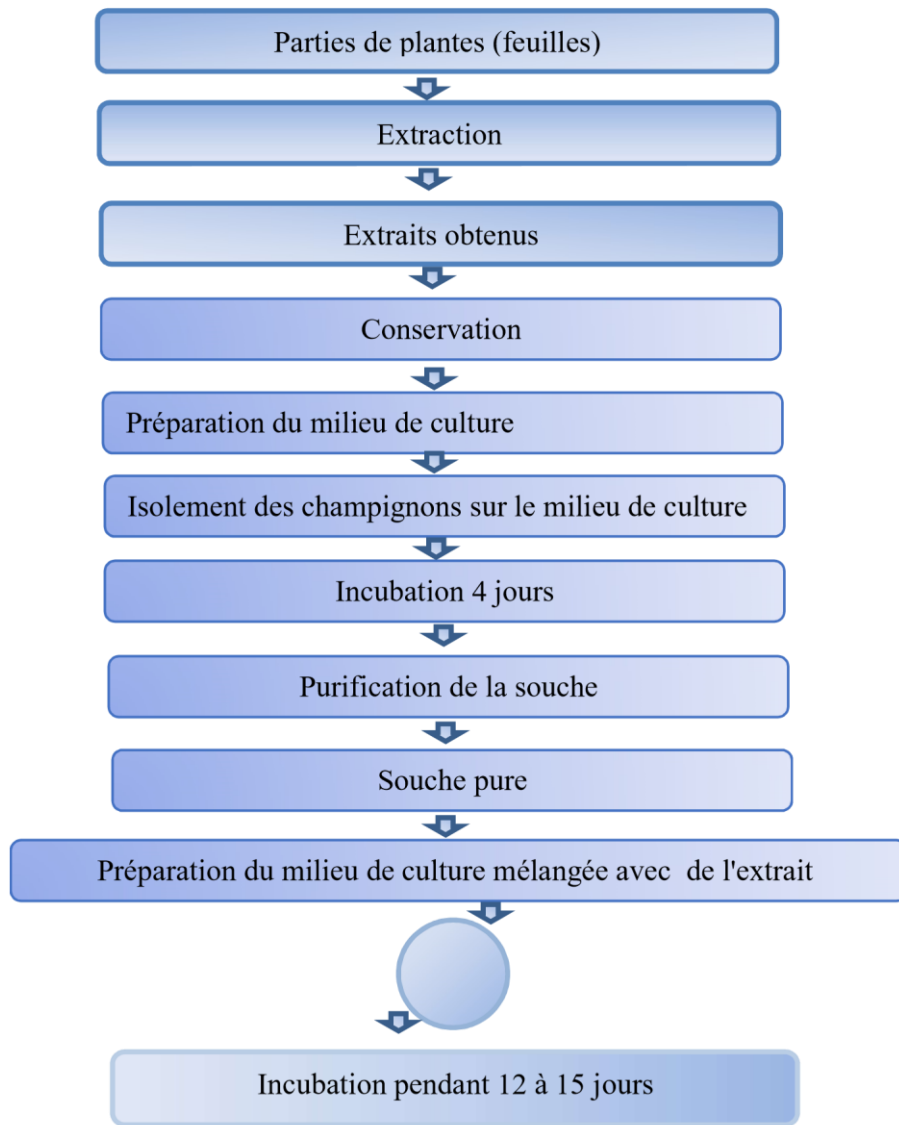
Après cela, les caractères morphologiques et culturels sont déterminés après l'inoculation de souches pures dans un milieu fixe spécifique de petit pois. L'identification se fait à l'œil nu, elle repose principalement sur les caractéristiques suivantes : vitesse de croissance, aspect du mycélium aérien (dispersé), et couleur du dos de la colonie.

F) Etude de l'activité antifongique d'extrait de plante

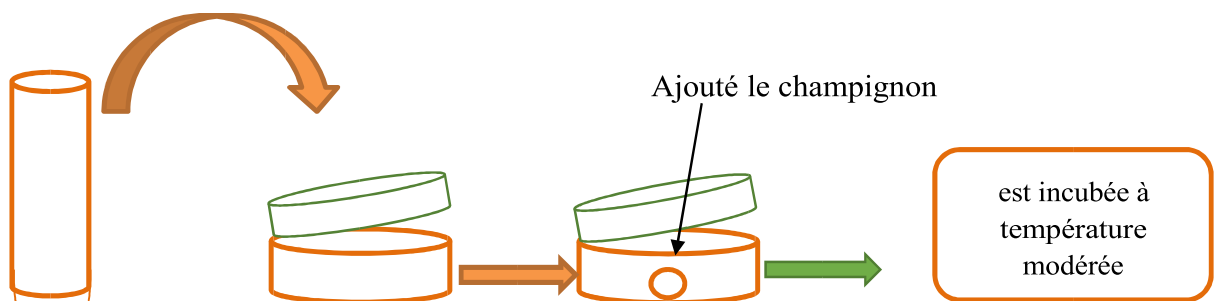
□ L'effet de l'activité de l'huile essentielle de la menthe poivrée

Après avoir vérifié tous les échantillons et sachant que les champignons *Alternaria alternaria* sont les plus visibles dans la zone étudiée, nous avons décidé de tester l'effet antifongique de l'huile essentielle de la menthe poivrée. Les bio-essais sont effectués au laboratoire du département d'agronomie de l'université Echahid Hamma Lakhdar, dans la région d'EL-Oued. Pour réaliser cette étude on a adopté à un protocole bien précis dont ses étapes sont présentées dans la figure suivante:

Etude Expérimental



❖ extraits végétaux



Boite pétri contenant le milieu petits pois plus extraits

Etude Expérimental

Figure 25: Méthode de contact direct

a. Préparation des milieux de culture avec les extraits des végétaux obtenus

Cette étape consiste à liquéfier le milieu de petit pois. Chaque concentration d'extrait végétal a ensuite été mélangée à 15 ml de milieu de pois dans des éprouvettes. Enfin, le milieu surfondu a été versé aseptiquement dans des boîtes de Petri, chaque mélange a été réalisé à travers trois répétitions, ce qui a été considéré comme un traitement. Ainsi, des boîtes témoins ont été mises à notre disposition.

Tableau 07: Doses utilisées.

Extraits végétaux	Doses utilisées
L'huile essentielle de Mentha piperita	25 μ l
	50 μ l
	75 μ l
	100 μ l

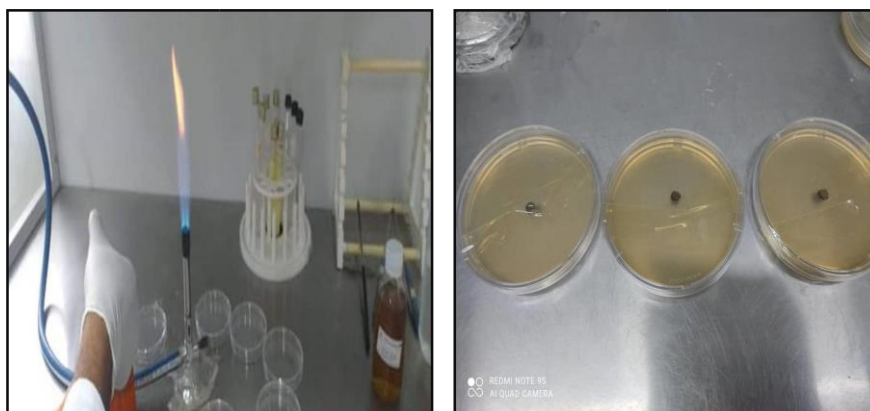


Figure 26: Préparations des boîtes de traitement.

b. Préparation des disques mycéliens

Etude Expérimental

Après obtention d'une culture pure à la pipette Pasteur, des disques mycéliens d'environ 5 mm de diamètre ont été préparé.

c. Dépôt des disques dans les boîtes de Pétri contenant milieu petits pois et l'extrait testé

Mise en place des disques sur boîtes de Pétri contenant le milieu et les extraits testés

Après solidification du milieu contenant les extraits testés, on prélève aseptiquement à l'aide d'une pipette Pasteur un disque. Puis, on le dispose sur le milieu préalablement préparé au centre de la boîte de Petri. Enfin, les boîtes de Pétri sont scellées et laissées diffuser sur la paillasse .



Figure 27: Test antifongique.

d. Incubation et lecture des colonies

Les boîtes inoculées ont ensuite été incubées à température modérée 15 jours et sont sous contrôle pour surveiller le développement des colonies.

La lecture des résultats se fait par la mesure de diamètre de la croissance mycélienne autour de chaque morceau jusqu'à ce que la croissance de contrôle couvre la surface totale de la plaque à l'aide d'une règle graduée en centimètre.

G) Evaluation de l'activité antifongique d'extrait

L'effet antifongique de huile testé vis-à-vis de champignon est déterminé par la mesure du taux de la croissance après incubation à température modérée 15 jours en

Etude Expérimental

utilisant la formule de (MOTIEJUNAITE et PEICULYTE, 2004).

a. Taux d'inhibition (T%)

$$T = (DK - D0) / DK \times 100$$

DK : Diamètre de la colonie fongique du témoin en (cm)

D0 : Diamètre de la colonie fongique en présence de l'extrait en (cm)

T : Taux d'inhibition de la croissance du mycélium en pourcentage

L'extrait est qualifié ;

-Très actif lorsqu'il possède une inhibition comprise entre 75 à 100 %, la souche fongique est considérée comme sensible.

-Actif lorsque son inhibition est de 50 à 75 %, la souche fongique est dite sensible.

-Modérément actif si son inhibition est de 25 à 50 %, la souche fongique est dite limite.

-Faiblement actif ou inactif, si son inhibition est de 0-25%, on dit que la souche fongique n'est pas particulièrement sensible ou résistante (MOTIEJUNAITE et PEICULYTE, 2004).

b. Vitesse de croissance (VC)

Pour calculer la vitesse de croissance de champignon , on a utilisé la loi suivante:

$$V = D/T$$

V = Vitesse de croissance en cm /jour

T = Temps de croissance en jour

D= Diamètre de croissance en cm

Etude Expérimental

2. Travaux sur terrain

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité de méthodes alternatives au cuivre pour contrôler l'alternariose au champs. Elle porte des fins fortes de changement de pratique dans le sens notamment de la réduction de produits phytosanitaires. L'expérimentation se concentre surtout sur un essai fondé sur des solutions alternatives au cuivre par l'utilisation d'un fongicide naturel (éliciteur) avec des faibles doses de cuivre.

3.1. Préparation des biofongicides pour le traitement in natura

Les biofongicides proposés à tester dans cette experimentation ont été formulés au laboratoire et tester par des essais préliminaires afin de dégager les doses convenables pour des essais de lutte in natura

La base de notre formule est d'utiliser des faibles doses d'extrait de la menthe poivrée avec des faibles doses de cuivres

Tableau 08: Formule des mélanges des biofongicides.

Composition	Mélange	Dose et fraction
Huile essentielle + extrait aqueux concentré de la menthe poivrée+ cuivre en poudre	1	25 % de l'huile/ 50% d'extrait aqueux/25% de cuivre
	2	50 % de l'huile/ 25% d'extrait aqueux/25% de cuivre
	3	75 % de l'huile/ 25% d'extrait aqueux/25% de cuivre

Etude Expérimental

	4	100% de l'huile/ 100% d'extrait aqueux/25% de cuivre
--	---	--

A) Choix de site d'étude

Le site d'étude a été décrit en tenant compte des facteurs climatiques propres à la région en plus de la nature du sol et de l'eau qui s'y trouvent

Cette étude a été menée dans une ferme de la région d'Al-Magren, stratégiquement célèbre pour son secteur de la tomate et de la pomme de terre. La région possède une grande diversité de variétés, ce qui contribue à l'apparition de l'infection en fonction des conditions naturelles.



Figure 28: Image satellite de la ferme de pommes de terre à El Megren B)

Préparation du terrain et culture de pomme de terre

afin d'appliquer les traitements biologiques nous avons identifié une zone spécifique avec des dimensions de 15 mètres de longueur et de largeur, pour l'installation de la culture de la pomme de terre avec le système d'irrigation goutte à goutte (Fig.29).

Etude Expérimental



Figure 29 : Zone plantée avant et après 35 jours

C) Inoculation de champignon à la culture de pomme de terre

Une fois les plants de pomme de terre atteignant le stade 10 feuilles nous avons inoculé l'agent pathogène *Alternaria alternaria* sur les feuilles. 15 jours après inoculation nous avons estimé la sévérité de la maladie, cette dernière est calculée par

la formule suivante (MATROOD et RHOUMA, 2021);

- Détermination de l'indice de sévérité d'une maladie

$$IM (\%) = (\sum c_i * n_i / n_{max} * N) * 100$$

IM: indice de maladie;

c_i : note de la classe i de l'échelle utilisée pour l'estimation de la maladie;

n_i : nombre de plantes malades estimées dans la classe i ;

n_{max} : note maximale de l'échelle utilisée;

N: nombre totale de plantes examinées.

Tableau 09: Echelle de notation de la sévérité d'une maladie

Note	Classe
0	Absence de symptômes
1	Traces à 25 % du tissu attaqué
2	De 26 à 50 % du tissu attaqué
3	De 51 à 75 % du tissu attaqué
4	Plus de 75 % du tissu attaqué

Etude Expérimental

Les plantes de l'échantillon sont évaluées une à une.

D) Application du traitement

Après avoir estimé le degré d'infection par l'alternariose nous avons divisé notre terrain en des blocs dont deux blocs ont servi comme témoins et 7 blocs ont été traités par les biofongicides, dans notre expérimentation nous avons procédé deux traitements dont l'intervalle est de 10 jours. L'observation et l'estimation de l'indice de la maladie est effectuée après chaque 48 heures durant 10 jours, dans le but d'évaluer l'efficacité du traitement. En effet, selon WANG et al (1995), index (ISM); EE : Extrêmement efficace (ISM= 0%), TE : Très efficace (ISM = 0,1 à 5%) ; E : efficace (ISM = 5,1 à 25%), I : Inefficace (ISM = 25,1 à 50%) et TI : Très inefficace (ISM= 50% à 100%).

Résultats et discussions



Résultats et Discussions

1. Résultats

A. Caractérisation macroscopique et microscopique d'*Alternaria alternaria*

L'*Alternaria alternaria* est un champignon isolé sur la pomme de terre phytopathogène de la famille des Pleosporaceae. La colonie de couleur vert foncé (Figure 30).

Sous microscope, les espèces d'*Alternaria alternaria* caractérisées par la présence du Mycélium Cloisonné et des Conidies en chaînes simples ou ramifiées, brunes, irrégulières avec un rostre apicale court (BARNETT et al., 1972) (Figure. 31).



Figure 30: Observation macroscopique d'*Alternaria alternaria*



Figure 31: Observation microscopique d'*Alternaria alternaria* x100

2. Caractéristiques organoleptiques d'extract obtenu

Extrait obtenu	Origine d'extrait	Organe	Couleur	Odeur	Aspect
	<i>Mentha piperita</i>	Feuille	Jaune pale	Fraiche methanolée	Liquide mobile

3. Rendements d'extraction

Le rendement exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante (YAHYAOU, 2005)

$$R\% = (W1/W2) \times 100$$

Poids du matériel végétal (g)	Poids d'extract (g)	Rendement (%)
1500	11.2	0.75

Résultats et Discussions

4. Résultats des essais antifongiques de la croissance mycélienne d'*Alternaria alternaria*

4.1. Isolements d'*Alternaria alternaria* sur milieu de culture

L'isolement d'*Alternaria* a été réalisé à partir des feuilles de pomme de terre en provenance de la région d'EL-Oued sur un milieu nutritif petits pois.

Sous des conditions aseptiques, les feuilles désinfectées sontensemencés directement, à l'aide d'une pince stérile, dans des boites de Pétri contenant le milieu. L'ensemble est incubé à 18 °C pendant 3 à 4 jours (Figure.32).

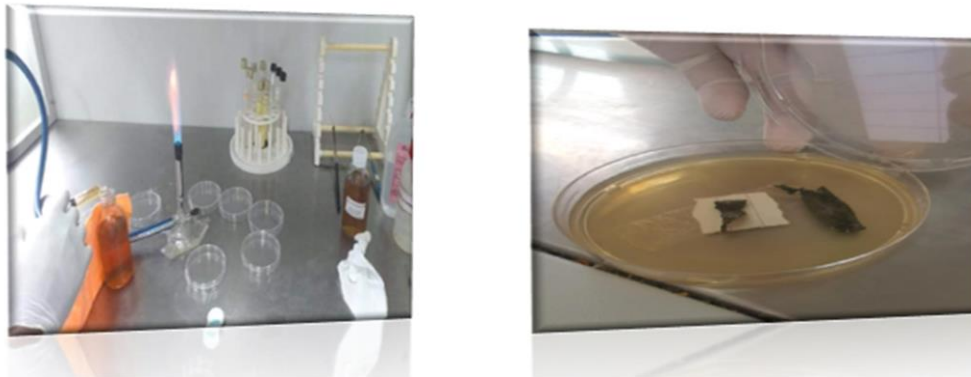


Figure 32: Isolement du champignon d'*Alternaria alternaria* à partir des feuilles infectées

4.2. Purification des isolats

Après identification d'*alternaria* par microscope photonique entre lame et lamelle à partir du premier repiquage, on a fait un second repiquage. Ainsi, on prend une petite partie dans laquelle on a identifié le champignon en question, et on la dépose au centre de la boite contenant le milieu petits pois (Fig.33).

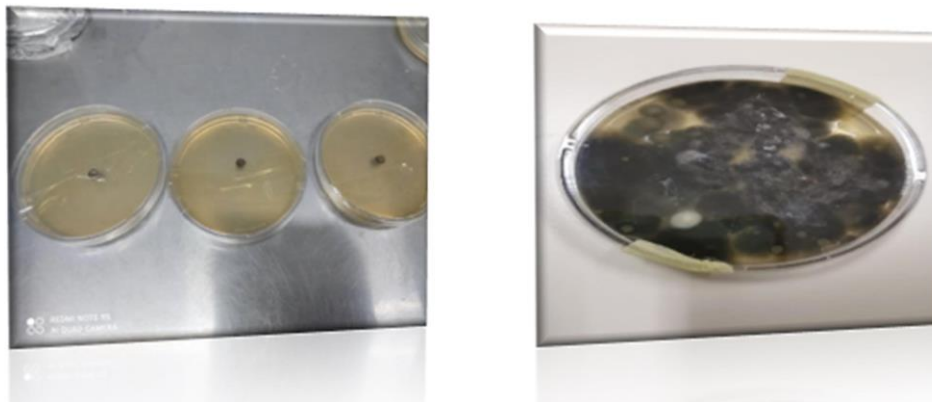


Figure 33: Culture pure d'*Alternaria alternaria* après le repiquage.

Résultats et Discussions

4.3. Résultats de l'activité antifongique

Rappelons que l'activité antifongique est révélée par l'absence ou la présence de la croissance mycélienne d'*Alternaria alternaria* sur le milieu petit pois additionné des différentes concentrations d'extrait huileux et d'extrait aqueux en plus du cuivre alimentaire fixé.

En premier temps, la croissance mycélienne des souches fongiques était normale (témoin), ce qu'il se diffère en présence des extraits, ce paramètre évolue dans le temps, durant l'incubation.

4.3.1. Evaluation de la croissance mycélienne

Les Résultats de l'effet de différentes concentrations des extraits (huile , extrait aqueux, cuivre) après 12jours sont présentés dans la figure N° 31.

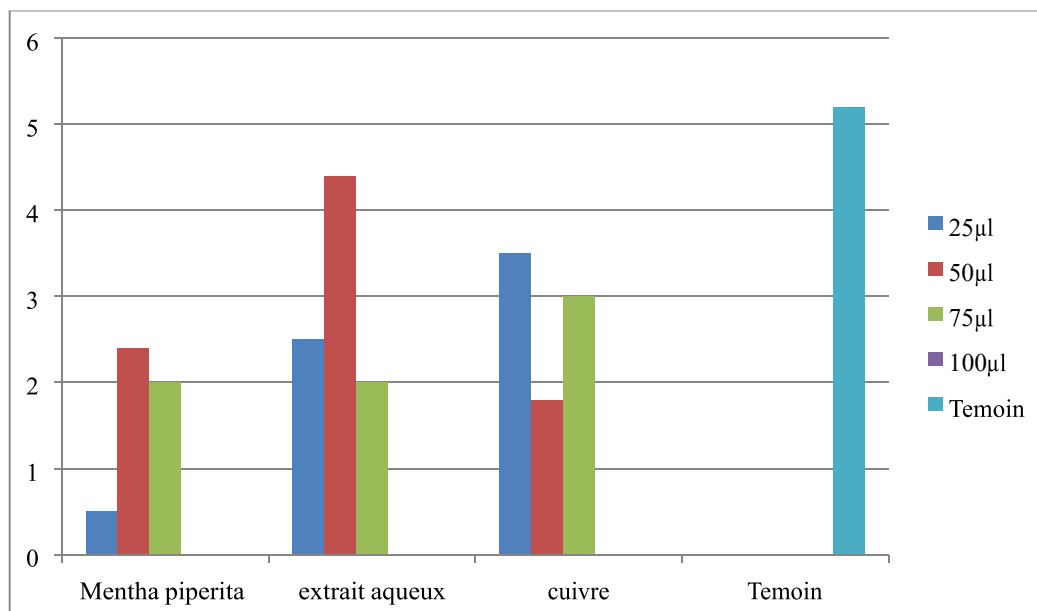


Figure 34: Croissance mycélienne (cm) d'*Alternaria alternaria* en fonction des extraits et des différentes doses.

Selon les résultats obtenus, il a été constaté que l'inhibition de la croissance fongique d'*Alternaria alternaria* en présence d'extrait de *Mentha piperita* et d'extrait aqueux de la même plante était plus importante par rapport à la présence de cuivre tout en utilisant les mêmes concentrations.

Résultats et Discussions

Les diamètres varient de 0,5 à 5,2 cm. Le témoin après 12 jours avait un diamètre de 5,2 cm. Il convient de noter le degré d'efficacité des extraits végétaux sur la croissance mycélienne d'Alternariose est remarqué chez l'huile de M.peprita aux différentes concentrations, cependant, l'extrait aqueux a montré un effet moyen sur les champignons, Quant au cuivre, son effet était très faible sur la croissance fongique.

4.3.2. Effet des extraits végétaux sur la cinétique de croissance mycélienne d'Alternaria alternaria et leurs taux d'inhibition

Les résultats de l'effet des différents extraits sur la cinétique de croissance fongique d'Alternaria alternaria ont été présentés dans les (Graphes 03, 04, 05).

En l'absence d'extraits dans le milieu de culture, la colonie de champignon atteint un diamètre du 1,8 cm après 3 jours d'incubation, 2,7 cm après 6 jours, 4.1 cm après 9 jours, elle arrive à son maximum de croissance (5.2 cm) après 12 jours.

En présence des différents extraits à différentes concentrations cette cinétique se trouve modifiée. Ainsi, on observe une bonne activité anti- fongique de l'huile essentielle, en revanche, le cuivre utilisé comme témoin solvant, montre un effet antifongique faible par rapport aux autres extraits.

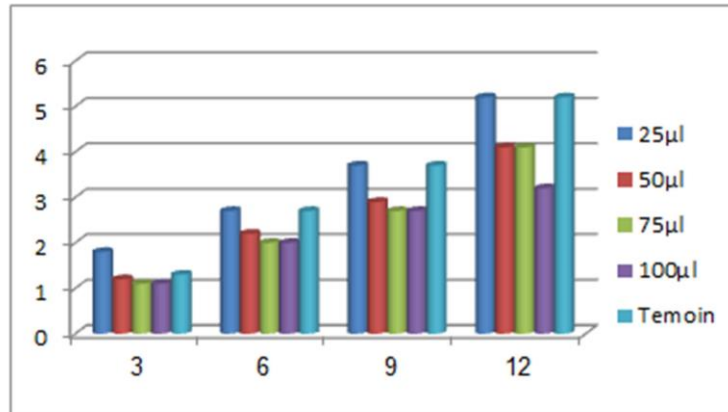
Le diamètre de la colonie en présence de l'huile essentielle

0,5 cm après 12 jours d'incubation chez les 4 concentrations (25 µl, 50 µl, 75 µl, 100 µl) ce qui correspond à des taux d'inhibition respectifs de 100% (Tableau 10),

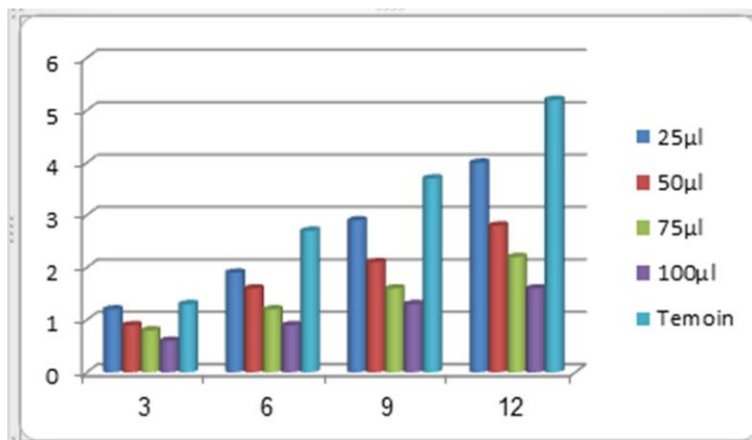
En ce qui concerne l'extrait aqueux de la menthe poivrée, on observe également que la croissance du champignon se trouve, pratiquement, moyenne après 3 jours d'incubation (0.9 cm, 0.8 cm, 0.6 cm) chez les concentrations 50 µl, 75 µl, 100 µl, ce qui correspond à un taux d'inhibition de 81%, 86% 96%). Le diamètre de la colonie augmente à partir du 3ème jour jusqu'à atteindre son maximum au 12ème jours avec 4 cm chez la concentration faible (25 µl) ce qui correspond à un taux d'inhibition de 38% , aux plus fortes concentrations (75 µl et 100 µl), ce même diamètre atteint 2.2 cm et 1.6 cm après 12 jours d'incubation (taux d'inhibition = 60,4 %, 74 %).

Résultats et Discussions

Le cuivre montre également une activité anti fongique contre l'*Alternaria* mais elle est beaucoup moins importantes que celles des extraits végétaux, cette activité est présente, significativement, que chez la plus forte concentration (100 μ l), cette croissance mycélienne passe de 1.3 cm au 3ème jour d'incubation à 3.2 cm au 12ème jours, ce qui correspond à des taux d'inhibition respectifs de 25% et 13.3%.

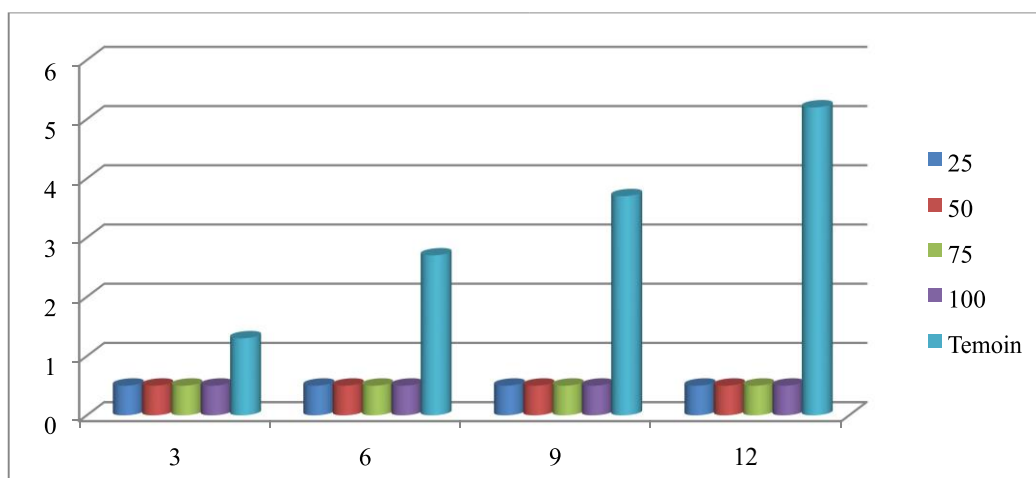


Graphe 03: La croissance mycélienne d'*Alternaria alternaria* en fonction du temps et des différentes concentrations de cuivre.



Graphe 04: La croissance mycélienne d'*Alternaria alternaria* en fonction du temps et des différentes concentrations de l'extrait aqueux.

Résultats et Discussions



Graph 05: La croissance mycélienne d'*Alternaria alternaria* en fonction du temps et des différentes concentrations de l'huile essentielle.

Tableau 10: Taux d'inhibition des différents extraits végétaux sur l'*Alternaria alternaria*

Traitements	Concentrations	3 jours	6 jours	9 jours	12 jours
L'huile de Menthe Poivrée	25µl	100%	100%	100%	100%
	50µl	100%	100%	100%	100%
	75 µl	100%	100%	100%	100%
	100 µl	100%	100%	100%	100%
l'extrait Aqueux	25µl	67%	57%	47%	38%
	50µl	81%	72%	61%	50,9 %
	75 µl	86%	75%	67%	60,4 %
	100 µl	96%	89%	80.2%	74 %
Le Cuivre	25µl	24,8%	20,6%	10%	1.3%
	50µl	25%	17,7%	15.4%	13,3%
	75 µl	25%	17,7%	15.4%	13,3%
	100 µl	25%	17,7%	15.4%	13,3%

Résultats et Discussions

4.4. Essai de lutte biologique par les extraits de végétaux contre l'alternariose de pomme de terre

4.4.1. Indice de sévérité de la maladie après inoculation de l'*Alternaria alternaria*

Tableau 11: Indice de la sévérité de la maladie de l'alternariose avant traitement

N° de parcelle	Indice de sévérité de la maladie (%)
Témoin	20
1	20
2	30
3	40
4	50
5	15
6	10
7	10

D'après les résultats de l'indice de sévérité de la maladie des parcelles cultivées de pomme de terre et avant l'application des traitements à base d'alternatives de cuivres, nous constatons que le degré d'infection était variable dans les parcelles allant de 10% dans les parcelles 6 et 7 jusqu'au 15 à 30 % au niveau des parcelles témoins, pour atteindre des taux élevés d'infection par l'*A.alternaria* (parcelle 3 ; 40%, parcelle 4 ;50%) (Tab.11).

4.4.2. Effet des biofongicides après l'application du premier traitement

Résultats et Discussions

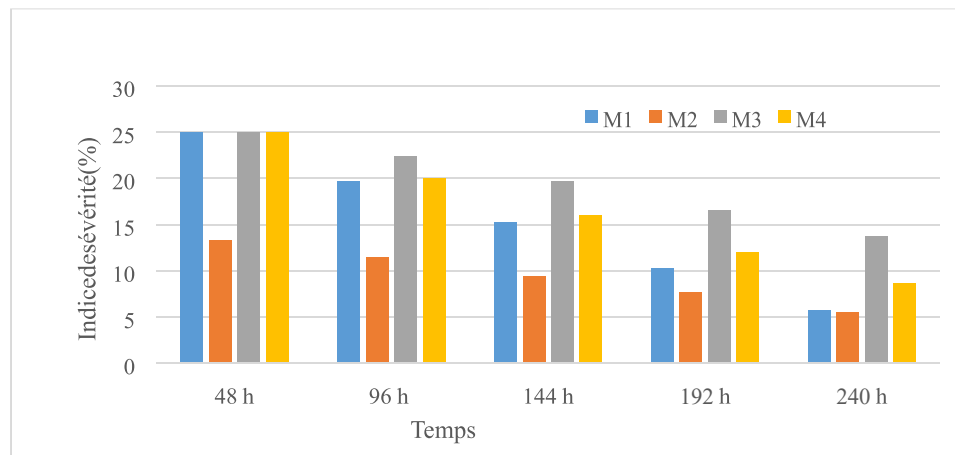


Figure 35 : Effets des différentes préparations de biofongicide en fonction de temps (après 1^{er} traitement)

La figure 33, montre que les différentes préparations à base de l'huile et l'extrait aqueux et le cuivre ont un effet significatif sur le champignon pathogène *Alternaria alternaria* dont elles ont participé à la réduction de l'indice de sévérité de la maladie de l'alternariose sur la culture de la pomme de terre.

L'observation des plants traités après 48, 96, 144, 192 et 240 heures montre que le mélange M2 à base de 50% de l'huile et 75% d'extrait aqueux de la menthe poivrée et

25% de cuivre semble le plus efficace avec respectivement (13,27 ; 11,42 ; 9,42 ; 7,71 ; 5, 50%).

4.4.3. Effet des biofongicides après l'application du deuxième traitement

Résultats et Discussions

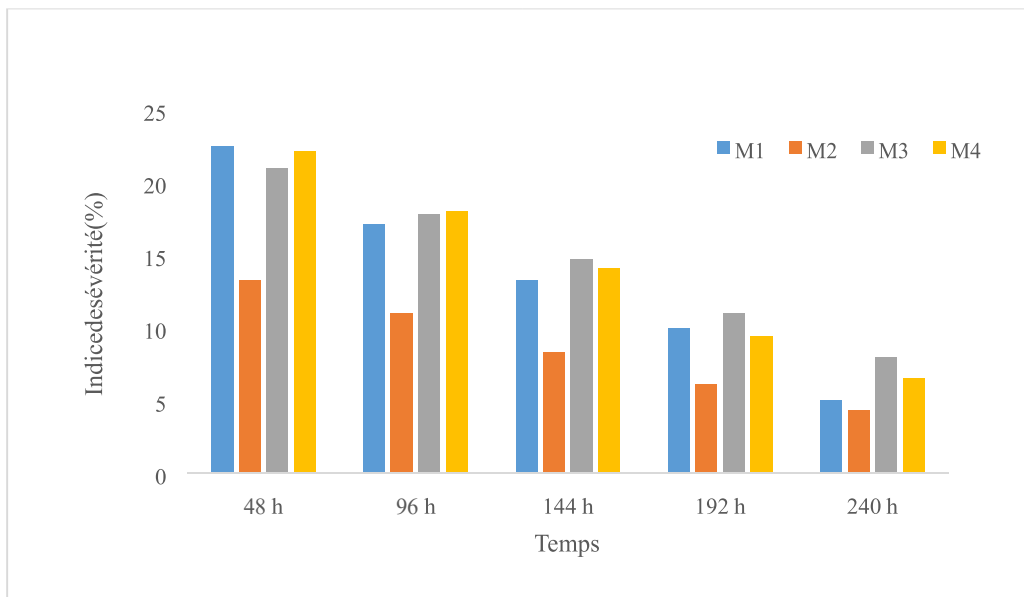


Figure 36: Effets des différentes préparations de biofongicide en fonction de temps (après 2^{ème} traitement)

Le deuxième traitement est appliqué après 10 jours de l'application de premier traitement, la lecture des résultats montre que les formules de biofongicides testées semble efficace notamment pour le mélange M2 qu'y est prouvé son efficacité après 48 heures et s'est étalée jusqu'aux 10ièmes jours après la réalisation du traitement en diminuant l'indice de la sévérité de la maladie de l'alternariose jusqu'à 4,33%.

4.4.4. Comparaison de l'efficacité des traitements par rapport aux blocs non traités

Tableau 12: Efficacité du premier traitement par rapport au bloc non traité

Temps	ISM(%) après 48 h	ISM (%) après 96 h	ISM (%) après 144 h	ISM (%) après 192 h	ISM (%) après 240 h
Parcelle non traitée	30	40	50	53	58
Parcelle traitée par M1	25	19,71	15,28	10,28	5,71
Parcelle traitée par M2	13,27	11,42	9,42	7,71	5,50
Parcelle traitée par M3	25	22,42	19,71	16,57	13,75

Résultats et Discussions

Parcelle traitée par M4	25	20	16	12	8,7
-------------------------	----	----	----	----	-----

l'indice de la sévérité de la maladie de l'alternariose dans les blocs non traités est élevé, nous remarquons que cet indice augmente en fonction du temps pour atteindre un maximum après 10 jours d'observation avec une valeur de 58%. Contrairement au témoin les parcelles traitées ont enregistré un déclin significatif de la sévérité de la maladie et le potentiel pathogène a diminué notamment après 10 jours de l'application de traitement (M1 ; 5,71% ,M2 ;5,85%, M3 ; 13,75 % et M4 ;8,7%) (Tab.12)

Tableau 13: Efficacité du deuxième traitement par rapport au bloc non traité

Temps	ISM (%) après 48 h	ISM (%) après 96 h	ISM (%) après 144 h	ISM (%) après 192 h	ISM (%) après 240 h
Parcelle non traitée	42,5	46,5	51,5	55	60
Parcelle traitée par M1	22,5	17,14	13,28	10	5
Parcelle traitée par M2	13,28	11	8,33	6,16	4,33
Parcelle traitée par M3	21	17,85	14,71	11	8
Parcelle traitée par M4	22,14	18	14,14	9,42	6,57

Les résultats portés dans le tableau 13 montrent que l'indice de la sévérité de la maladie de l'alternariose dans les blocs non traités augment proportionnellement avec le temps dont l'indice de la maladie passe de 42,5 % après 48 h à 60% après 240 heures de suivi. Cependant, l'indice de la maladie dans les blocs traités a diminué considérablement après 48 heures de l'application de différents mélanges de biofungicides pour atteindre le 5% au mélange 1 ; 4,33% au mélange 2 ; 8% au mélange 3 et 6,57% pour le quatrième mélange en 10 jours après l'application de deuxième traitement.

Ces résultats prouvent l'efficacité du mélange proposé dont le mélange 2 contenant une proportion de 50% de l'huile essentielle et 75% de l'extrait aqueux de la menthe poivrée et 25% de cuivre.

2.Discussions

Résultats et Discussions

L'alternariose de la pomme de terre réduit considérablement les rendements à la fois qualitatifs et quantitatifs causée par le genre *Alternaria*, ce dernier est l'un des genres fongiques les plus rencontrés, comprend des espèces qui peuvent être de nature saprophyte, endophyte ou pathogène. Sur pomme de terre en tant que phytopathogènes, ils peuvent causer de graves problèmes et des pertes économiques considérables aux agriculteurs.

En effet, l'incidence de l'alternariose la pomme de terre est très élevée dans la région d'EL-Oued. Après l'isolement et l'identification des souches fongiques, deux espèces fongiques ont été obtenues: *Alternaria alternaria*, *Alternaria solani*, dont la souche *Alternaria alternaria* est la plus abondante dans notre échantillonnage. D'autres études prouvent la présence de ces champignons dans la même zone, notamment les travaux de YAKHLEF (2014), qui a obtenu les mêmes champignons. Nous avons également remarqué que l'alternariose de pomme de terre est abondant dans plusieurs régions, (SAIGHI et BENHMADI, 2020)

De même, les observations de l'aspect macroscopique et microscopique sont les même avec celles observées par Mukesh meena, Prashant swaphil et Supadhyay (2017), qui ont décrit que la couleur des conidies varie du clair au foncé avec une teinte olivâtre verdâtre brune ou grisâtre. Toute fois, Les espèces du genre *Alternaria* possèdent des conidies septées avec des cloisons transversales et longitudinales, les cellules sont multi-nucléées (pluricellulaires) de couleur foncée généralement piriformes ou ovotides de tailles variables selon les espèces. Elles possèdent un pigment de type mélanine qui leur servent de protection contre des conditions environnementales défavorables notamment la résistance aux microbes et enzymes hydrolytiques (ROTEM, 1994).

Malheureusement, l'alternariose contribue largement à l'appauvrissement des zones arides et accentue la désertification. Il est donc évident que cette maladie constitue le fléau de l'agriculture saharienne d'où la nécessité impérieuse de développer les recherches sur les moyens de lutte.

Plusieurs stratégies de gestion ont été proposées pour lutter contre l'alternariose de la pomme de terre. Les pratiques culturales, la thermothérapie, la résistance des plantes hôtes, l'utilisation des extraits des plantes, la lutte biologique et l'utilisation de

Résultats et Discussions

fongicides synthétiques sont les principales méthodes adoptées pour lutter contre cette maladie.

L'utilisation des extraits de plantes et produits naturels est très encouragée, car ces produits sont sans danger pour la santé et ne causent pas de pollution (MAMGAIN et al., 2013). 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).

Les plantes sont riches en composés bioactifs tels que les tanins, les terpénoïdes, les saponines, les alcaloïdes, les flavonoïdes et d'autres composés qui auraient des propriétés antifongiques in vitro (ARIF et al., 2009).

Les résultats du rendement en huile essentielle des feuilles de la Menthe poivrée est relativement fort, on constate que le rendement obtenu à partir de la Menthe poivrée de la région d'El Oued est très proche de celui cité dans la référence A.F.N.O.R. (2000). La valeur du rendement en huile essentielle obtenu lors de la présente étude est plus élevée que celui de la Menthe poivrée de Pologne soit 0,58% en Aout 2006 et 0,62% en Juillet 2007.

Les rendements enregistrés avec les extraits bruts réalisés à partir des différentes parties de la plante (feuilles, gousses) sont relativement importants. Ils varient entre un minimum de 1.4% des feuilles de *Mentha piperita* (région d'El Oued) (SAIGHI et BENHMADI, 2020).

Les variations des rendements d'une plante à une autre, semblent être liées aux différents facteurs, propriétés génétiques des plantes ainsi qu'à l'origine géographique, aux conditions et à la durée de stockage, la période de récolte et surtout à la méthode d'extraction.

Les composés naturels ont montré des résultats très prometteurs dans la lutte contre les agents pathogènes des plantes. L'effet antifongique dépend de leurs caractéristiques chimiques, des espèces de champignons, de la nature de l'hôte et des conditions de stockage des fruits et légumes (PHILLIPS et al., 2012; MAHDAVI et al., 2013). Conséquemment, la différence du pouvoir antifongique des différents extrais peut être attribuée à leurs compositions chimiques.

Résultats et Discussions

les travaux de ABADLIA et CHEBBOUR (2014), ont montré que l'HE de *Mentha piperita* provoque une inhibition totale de la croissance mycélienne pour les champignons de genre *Alternaria* à des concentrations faibles (SMALLFIELD, 2001). De plus, les espèces végétales n'ont pas toutes le même potentiel; certaines familles botaniques offrant des rendements plus élevés que d'autres (VALNET, 1980).

Nos résultats de l'inhibition totale de la croissance mycélienne par l'huile essentielle de la menthe poivrée sont proches à ceux décelés par SAIGHI et BENHMADI (2020), où ils ont montré que les huiles essentielles des *Mentha piperita* et *Allium sativum* sont plus actives par rapport à l'extrait méthanoïque de *Nicotiana rustica* qui est plus faible, elles ont provoqué une inhibition totale de la croissance d'*Alternaria alternaria* à partir de la concentration 100µl.

PERINA et al. (2019) ont montré que l'huile essentielle de cannelle a diminué l'incidence de la maladie de la tache brune dans une plus grande mesure qu'un fongicide commercial à base de cuivre et était comparable à un activateur de plante commercial.

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.

Le cuivre est utilisé en agriculture, et tout particulièrement dans les systèmes biologiques pour contrôler diverses maladies fongiques ou bactériennes.

Le cuivre est principalement utilisé sous sa forme ionique (Cu^{2+}), il est notamment utilisé sous forme de bouillie bordelaise en viticulture, arboriculture ou encore maraîchage. Présent naturellement dans le sol, il est autorisé en agriculture biologique (AB) et représente la seule substance active à effet fongicide et large spectre d'action, les résultats des essais de l'application des faibles doses de cuivre sur le milieu de culture contenant l'*A.alternaria*, n'a pas prouvé l'efficacité attendue avec un taux d'inhibition de 25% à 100 µl de concentration.

Résultats et Discussions

Or, la mise en évidence d'effets négatifs du cuivre sur l'environnement (sols, biodiversité) et les restrictions réglementaires qui en découlent poussent la recherche à trouver des alternatives aux traitements cupriques.

Aujourd'hui, les travaux se focalisent notamment sur les combinaisons des produits éliciteurs à des doses réduites de cuivre, ce type d'association pourrait créer une synergie intéressante entre les éliciteurs et le cuivre à des faibles doses.

Dans notre test, nous avons essayé d'associer des différentes concentrations de l'extrait de la menthe poivrée (huile essentielle et extrait aqueux) avec des doses très faibles de cuivre.

Les résultats obtenus montrent une efficacité des mélanges préparés, cette efficacité est évaluée à partir du calcul de la sévérité de la maladie sur culture de la pomme de terre *in natura*. L'application de deux traitements a montré que le mélange préparé par les proportions; 50% de l'huile et 75% d'extrait aqueux de la menthe poivrée et 25% de cuivre semble le plus efficace pendant 10 jours de contrôle avec respectivement (13,27;11,42 ;9,42 ;7,71 ;5,50 %). De même, pour le deuxième traitement avec une efficacité de 4,33% après 10 jours de l'application de biofongicide.

Pour conclure certains produits alternatifs semblent avoir une efficacité satisfaisante en situation de faible pression de l'alternariose. Les éliciteurs peuvent limiter le développement de champignons au sein de la culture, leur action peut être insuffisante en cas de pression importante mais la combinaison d'un éliciteur avec des doses faibles de cuivre permet d'obtenir une efficacité satisfaisante, surtout que le mode d'action d'éliciteur est très complexe et les composés actifs ne sont pas toujours identifiés.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

Au terme de ce travail, qui a porté sur la caractérisation de la maladie de l'alternariose sur pomme de terre et pouvoir pathogène du genre d'*Alternaria* isolée à partir des feuilles de pomme de terre présentant des symptômes de la maladie, nous avons obtenus des connaissances relatives au pathogène responsable d'*Alternaria* qui peuvent être exploités comme moyen de prévention de la maladie.

En effet, les analyses des caractères macroscopiques et microscopiques ont permis d'identifier deux souches d'*Alternaria* ; *Alternaria alternaria* et *Alternaria solani* dont la souche *Alternaria alternaria* est la plus virulente et la plus présente dans les sites prospectés.

Le choix de la lutte biologique par l'utilisation des extraits de plantes, de leurs huiles essentielles ou bien de leurs principes actifs est une solution prometteuse permettant d'éviter les effets secondaires causés par les produits chimiques. Dans notre cas, on s'est basé sur les extraits obtenus de la menthe poivrée dont le rendement de l'extraction de l'huile par hydrodistillation est de 0,75 %

Plusieurs travaux ont montré que les extraits obtenus de la menthe poivrée possèdent des activités biologiques diverses, y compris l'antifongique,

Les résultats de l'activité fongique de d'extraits de la menthe poivrée apportent que

Conclusion

Le diamètre de la colonie en présence de l'huile essentielle

0,5 cm après 12 jours d'incubation chez les 4 concentrations (25 μ l, 50 μ l, 75 μ l, 100 μ l) est de 100%

En ce qui concerne l'extrait aqueux, on a observé également que la croissance du champignon se trouve, pratiquement, moyenne après 3 jours d'incubation (0.9 cm, 0.8 cm, 0.6 cm) chez les concentrations 50 μ l, 75 μ l, 100 μ l, ce qui correspond à des taux d'inhibition de 81%, 86% 96%).

Cependant, les essais sur le cuivre ont montré également une activité anti fongique contre l'*Alternaria* mais elle est beaucoup moins importantes que celles des extraits végétaux, cette activité est présente, significativement, que chez la plus forte concentration (100 μ l) d'incubation à 3.2 cm au 12ème jours, ce qui correspond à des taux d'inhibition respectifs de 25% et 13.3%.

Quant'aux résultats relatifs aux traitements réalisés *in natura* sur la culture de pomme de terre , nous constatons que le degré de virulence était variable vis a vis les parcelles allant de 10% dans les parcelles 6 et 7 jusqu'au 15 à 30 % au niveau des parcelles témoins, pour atteindre des taux élevés d'infection par l'*A.alternaria* (parcelle 3 ; 40%, parcelle 4 ;50%).

Il est vraisemblablement que, les différentes préparations à base de l'huile et l'extrait aqueux et le cuivre ont un effet significatif sur le champignon pathogène *Alternaria alternaria* dont elles ont participé à la réduction de la virulence de la maladie de l'alternariose sur la culture de la pomme de terre. En effet, nous remarquons que cet indice augmente en fonction du temps pour atteindre un maximum après 10 jours d'observation avec une valeur de 58% dans les bloc témoins. En revanche, les parcelles traitées ont enregistré un déclin significatif de la sévérité de la maladie et le potentiel pathogène a diminué notamment après 10 jours de l'application de traitement (M1 ; 5,71% ,M2 ;5,85%, M3 ; 13,75 % et M4 ;8,7%)

En plus, l'indice de la maladie dans les blocs traités a diminué considérablement après 48 heures de l'application de différents mélanges de biofongicides pour atteindre le 5% au mélange 1 ; 4,33% au mélange 2 ; 8% au mélange 3 et 6,57% pour le quatrième mélange en 10 jours après l'application de deuxième traitement.

Conclusion

Ces résultats prouvent l'efficacité des associations proposées dont le mélange 2 contenant une proportion de 50% de l'huile essentielle et 75% de l'extrait aqueux de la menthe poivrée et 50% de cuivre semble le plus efficace dans les deux traitements appliqués sur l'alternariose en plein champs.

Conséquemment, la combinaison d'un éliciteur avec des doses faibles de cuivre permet d'obtenir une efficacité satisfaisante, surtout que le mode d'action d'éliciteur est très complexe et les composés actifs ne sont pas toujours identifiés.

Au terme de ce travail, on peut conclure que la plante *M. peprita* possède une activité fongicide. Elle est considérée comme source biofongicide qui pourrait être utilisée dans le domaine de la lutte biologique ; Pour cela nous voudrions surtout d'identifier les substances bioactives de la menthe poivrée qui vont ouvrir des grandes pistes à la recherche dans la lutte biologique contre les maladies fongiques. Egalement, en matière de choix de petites doses efficace afin d'inciter les agriculteurs à utiliser des produits naturels pour réduire l'action combinée des maladies fongiques et les fongicides sur l'environnement.



RéféRences bibliogRaphiques

References Bibliographies

Références Bibliographiques

ABBOU, A., 2012- Etude bioécologique de deux pucerons *Aphis gossypii* et *Myzus persicae* et leurs ennemis naturels sur poivron sous serre dans la région de Mostaganem. Mémoire d'Ingénieur Agronome, option: protection des végétaux.

Université de Mostaganem, Algérie.86p.

AFNOR., 1986- Huile essentielle de carvi (*carum carvi* {Linnaeus}). Essential oils. Oil of caraway (*carum carvi* {Linnaeus}). l'afnor.paris.347p.

AGRIOS, G.N., 2005- Plant Pathology. 5th ed. Elsevier Academic Press, USA UK. 922 p.

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

ANONYME., 2000- Histoire de la pomme de terre, Fédération des producteurs de pomme de terre de Québec CF.PPTQ: WWW.FPPTQ.AQ.CA.

ANONYME., 2007A. Catalogue néerlandais des variétés de pomme de terre 2007: www.nivap.nl.

ANONYME a. (2010). Direction du Service Agricole de Bouira.

BAMOUEH A., 1999- Technique de production de la pomme de terre au Maroc.

Bulletin de liaison et d'information du PNTTA (51): 4p.p

BARNETT, H.L.B .B., HUNTER., 1972- Illustrated genera of imperfect fungi. 241p.

Baudoux D. (2002). L'Aromathérapie. Se soigner par les huiles essentielles (Amyris, Bruxelles ed.)

BELKOU H, BEYOUD F.ET TALEB BAHMED Z. (2005). Approche de la composition biochimique de la menthe verte (*Mentha spicata* L) dans la région de Ouargla, mémoire DES, univ. ouargla. P 2-61.

BENAYAD N.(2008). Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires

References Bibliographies

stockees, laboratoire des substances naturelles et thermolyse éclair, département de chimie ,faculté des sciences de rabat

BENRAMDANE N. (2015). Étude des pucerons vecteurs de virus sur trois variétés de pomme de terre en plein champs (ENSA-El Harrach). Mémoire de magister : Santé végétale et l'environnement. El Harrach-Alger : Ecole nationale supérieure agronomique, 90P

BLANCARD, D., LATERROT, H., MARCHOUX, G. CANDRESSE, T., 2012- A colour Handbook- Tomato Diseases: identification, biology and control. Manson publishing Ltd.688p.

BONZI, S., 2007- Efficacité des extraits de quatre plantes dans la lutte contre les champignons transmis par les semences de sorgho (*sorghum bicolor*(L) moench). Cas particulier *Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wilson et *Phoma sorghina* (Sacc.) Boerema, Dorenbosch et van Kesteren. Mémoire DEA, phytopathologie, Burkina Faso.39p.

BOUFARES.,2012-Comportement de trois variétés de pommes de terre (Spunta, Désirée et Chubaek) entre deux milieux de culture substrat et hydroponique p3- 4-6-7

BOURAS, A., BENHAMZA, S., 2013- Impact de deux extraits végétaux, le basilic *Ocimum basilicum* et l'ail *Allium sativum*, dans la lutte contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* sur six variété de tomate *Lycopersicum esculentum* sous abris plastique à l'I.T.D.A.S. de Hassi ben Abdellah-Ouargla. Master académique. Ouargla : Université Kasdi Merbah.59p.

BOURGEOIS, C.M et LEVERAU, J.Y., 1980- Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaire. Tome 3. Contrôle microbiologique. Edition technique et documentation. Lavoisier Paris.330p.

BRUNETON, J., 1993- Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. Tec & Doc. Lavoisier, Paris.915 p.

BRUNETON, J., 1999- Pharmacognosie « Phytochimie Plantes » Médicinales 3^{ème} Ed, Tec et doc, Paris- P 1120p.

CAUVET., 1999- Monographie du Souf, bulletin de la société de géographie d'Alger .imp baconier, Alger.396p.

References Bibliographies

- CHARLES, D.J., 2013- Saffron. In antioxidant properties of spices, herbs and other sources. Springer science & Business Media.612p.
- CHEHMA,A.,2006- Catalogue des plantes spontanées du Sahara Septentrional algérien. Université de Ouargla. Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides. Ed Dar El Houda.146p.
- CRIQUET, S., and CALVERT, V., 2008- IMEP UMR CNRS 6116. Planche TP mycologie publié sur internet le 03/03/2008.
- CNCC., 2010- Bulletin des variétés de pomme de terre. Editée par le CNCC .253p.
- DAJOZ, R., 2000 - Précis d'écologie. 7 -ème édition , Ed. Dunod, Paris.624p.
- DANIEL, R., 2006- L'Alternariose : Filière Wallonne de la Pomme de terre
- DAVICINO, R., MATTAR, MA., CASALI, Y.A., GRACIELA, S., MARGARITA, E., MICALIZZI, B., 2007- Antifungal activity of plant extracts used in folk medicine in Argentina. Revista peruana de biologia. 14; 247-251. DE BOER, S. H. and Kelman, A. 2001. Gramnegative bacteria: Erwinia soft rot group. Pages 56-72. In : Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria
- DOUMANDJI-MITICHE, B ., DOUMANDJI, S., 2014- lutte biologique en Algérie: historique et perspectives. Séminaire national sur la biodiversité faunistique. EL-Harrach.111p.
- D.P.A.T., 2005- Direction de la programmation et du suivi du budget.
- DREW, 2007- Bulletin d'information hydraulique -Ed. direction des ressources en eau de la Wilaya d'El-Oued.22p.
- DSA., 2015- Direction du service agricole d'El Oued.
- DSA., 2019- Direction du service agricole d'El Oued.
- DSA., 2020- Direction du service agricole d'El Oued.
- DSA., 2022- Direction du service agricole d'El Oued.
- ELAD Y. CHET I. et KATAN J., 1979 - Trichoderma harzianum: A Biocontrol Agent Effective Against Sclerotium rolfsii and Rhizoctonia solani. 70 (2):119-121.

References Bibliographies

- ELLIS, MB. 1971. Dematiaceou shyphomycetes. Kew. 608pp.
- EZZIYYANI M., SÁNCHEZ C.P., SID AHMED A., REQUENA M.E., et CANDELA M.E., 2004 - *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annum* L.). *Anales de Biología*, 26: 35-45.
- FAOSTAT., 1996- Food and Agriculture Organisation, Annuaire statistique de la FAO.
- FAOSTAT., 2008- Food and Agriculture Organisation, Annuaire statistique de la FAO.
- FAOSTAT., 2013- Food and Agriculture Organisation, Annuaire statistique de la FAO.
- FAOSTAT., 2016- Food and Agriculture Organisation, Annuaire statistique de la FAO.
- FERREIRA J.H.S., 1990 - In vitro Evaluation of Epiphytic Bacteria from Table Grapes for the Suppression of *Botrytis cinerea*. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, Vol. 11, No.1.
- FEYTAUD J. 1949 - La pomme de terre, Boulevard Saint-Germain, Paris .126P.
- GALLEGLY, M.E., et HONG, C., 2008- phytophthora: identifying species by morphology and DNA Fingerprints. The American phytopathological Society. St. Paul, Minnesota USA. 157p.
- GAYDA, A., 2013- Etude des principales huiles essentielles utilisées en rhumatologie. Thèse de Doctorat en pharmacie. 220p.
- GRISON C., (1993). La Pomme De Terre. Caractéristiques Et Qualités Alimentaires. APRIA (Association Pour La Promotion Industrie Agriculture). 9p
- GAUTHIER, J., 1991- Notions d'agriculture; le sol, les cultures, les élevages, l'économie et la gestion. Ed. Tech, Doc. Lavoisier, Paris. 575 p
- GHENABZIA, M., 2016- contribution à l'évaluation de la pollution saline et nitrique d'origine agricole des eaux souterraines dans la vallée d'oued souf. université d'ELOUED. 65P.
- HAMMAMI, S., et ABDESSELEM, M., 2005- Extraction et analyse des huiles essentielles de la menthe poivrée de la région de Ouargla. Thèse Ing. Univ Blida. 69p.

References Bibliographies

- HANAFEY. F., SABRY. A., 2013. In vitro Antifungal Activity of Three Geophytic plant Extracts against Three Post-harvest Pathogenic Fungi, 16, 23, p.p. 1698-1705.
- HILIPPE D., BOUCHEK-MECHICHE K., MICHEL J. et al., (2008). Maladies et ravageurs et désordres de la pomme de terre. Paris : Arvalis. 192P.
- ITCMI., 2005. La culture de pomme de terre situation et perspectives. Ed. ITCMI.26p.
- ITCMI., 2010- Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles. La culture de pomme de Terre.
- KEBBAB,S.; FERKIR,R. Thèse, 2004, institue biologie- Blida
- KERROUM F. KARKACHI N. HENNI J.D KIHAL M., 2015 - Antagonistic effect of *T. harzianum* against *Phytophthora infestans* in the North-west of Algeria. International Journal of Agronomy and Agricultural Research, 6(4) : 44-53.
- 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 égion du Oued-Souf. Mémoire d'ingénieur : Agronomie Saharienne. Ouargla : Université KASDI MERBAH.134P.
- KHELIFA,A.; DOUMA,H. PROJET DE FIN D'Etude, 2002, université Djelfa.
- KOUAME, N.M., KAMAGATE, M., KOFFI, C., DIE-KAKOU, H.M., YAO, N.A.R., & KAKOU, A., 2016- *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf: ethnopharmacologie, phytochimie, activités pharmacologiques et toxicologie. Phytothérapie, 14(6).392p.
- LAMARA MAHAMED R. (2015). Bioécologie de la teigne de la pomme de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés de la pomme de terre (la Spunta, la Désirée et la Burren) dans la régions des Issers et Draa ben Khadda et inventaire de l'entomofaune au niveau des parcelles des Issers. Mémoire de magister : interaction Plantes-Animaux dans les Ecosystèmes Naturelles et Cultivés. Tizi-Ouzou : Université MOULOUD MAMMERI, 112P
- LAROUSSE AGRICOLE, 2002- Larousse Agricole. Ed. Larousse, Paris, P498-501.

References Bibliographies

- MADEC, P., 1966- Croissance et tubérisation de la pomme de terre. Bulletin de la société Française de Physiologie Végétale 12.159-173pp.
- MADR., 2013- Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement rural.
- MADR., 2015- Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement rural.
- MADR., 2019- Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement rural.
- MARTIN J F., 2004 : Culture de la pomme de terre de conservation. Arvalis.
Institut du végétal, 4-11p
- MAHDAVI, S., ZAKERIN, A., SADEGHI, H., NIAZMAND, A. R. 2013.
Antifungal effects of essential oils of three medicinal plants on post-harvest rot of Valencia oranges at normal and storage temperatures. Afr. J. Microbiol. Res., 5-5.
- MAYA-MANZANO, J.M., FERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, S.,
HERNÁNDEZTREJO, F., DIAZ-PEREZ, G., GONZALO-GARIJO, A., SI LVA-PALACIOS,I, MUÑOZ- RODRÍGUEZ, A.F., TORMO-MOLINA, R., 2012-
Seasonal Mediterranean patterns for airborne spores of
Alternaria. Aerobiologia.28(4):515-526
- MESSIAEN, C.M., BLANCARD, D., ROUXEL, F., LAFON, R., 1991- Les maladies des plantes maraichères, INRA Paris.552P.
- MICHEL, M., 1991- Maladies et ravageurs de la pomme de terre.168p.
- MONTARRY, J., 2007- réponse adaptative des populations de phytophthora infestans, agent du mildiou de la pomme de terre, au déploiement en culture de son hôte solanum tuberosum. thèse de doctorat en Biologie et Agronomie de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSAR) de Rennes. France.177p.
- MORIGANE. (2007). Grimoire des Plantes .
- MOTIEJUNAITE, O. ET PEICULYTE, D., 2004- Fungicidal properties of Pinus sylvestris L. for improvement of air quality. Medicina (Kaunas) 40(4).794p.

References Bibliographies

MOURIA B. OUZZANI-TOUHAMI A. et DOUIRA A., 2013 - Effet du compost de *Trichoderma harzianum* sur la suppression de la verticilliose de la tomate. *Journal of Applied Biosciences*, 70 : 5531–5543.

MOULE, C., 1972- *Plantes sarclées et déverses*. J-B. Ballière et Fils, Editeur, Paris. 246 p.

NEDJAI, I., et NEDJAI, S., 2017- *Activité antimicrobienne des huiles essentielles*. Mémoire de Fin de cycle en vue de l'obtention du diplôme Master, option écologie microbienne. Département de microbiologie, Université A. MIRA – Bejaia. 34p.

NONYME. (2007). *Pomme de terre en Afrique* : <http://www.potato2008.org/fr/monde/Afrique>. Html

NOUAD, M. A. 2008. *Problématique sur la pomme de terre*. Journée de célébration de l'année internationale de la pomme de terre. Le 16 Décembre 2008, Alger : 6-7.

ONM., 2022- *l'Office National de la Météorologie*.

ORHAN, I. E., OZCELIK, B., KARTAL, M., and KAN, Y., 2012- *Antimicrobial and antiviral effects of essential oils from selected Umbelliferae and Labiatae plants and individual essential oil components*. *Turk.J.Biol.*, 36.246p.

RHOUMA, A., MOUGOU, I., & RHOUMA, H. 2020. *Determining the pressures on and risks to the natural and human resources in the Chott Sidi Abdel Salam oasis, southeastern Tunisia*. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 5, 37. <https://doi.org/10.1007/s41207-020-00176-w>

PARIS R, R., & MOYSE, H., 1971 - *Précis de Matière médicale*, Ed. Masson et Cie. 509p.

PAVIS et PATRICE., 2003- *Analyzing Performance: Theatre, Dance and Film*, Trans, David Williams, University of Michigan Press; originally published in French as *L'Analyse des spectacles*, Editions Nathan, 1996. 362p.

RAMADE, F., 1984- *Eléments d'écologie: écologie fondamentale*. Et. Mcgraw & Hill, Paris. 403p.

References Bibliographies

- REGUIE, G.L., 2008- Itinéraire technique de la pomme de terre en Algérie. Journée d'étude sur la filière pomme de terre. INA, El Harrach.
- PENG, S., 1983- Biological control - One of the fine traditions of ancient Chinese agricultural techniques. *Scientia Agricultura Sinica*, no 1.96p.
- PHILIPPE, D., BOUCHEK-MECHICHE, K., MICHEL, J. 2008- Maladies et ravageurs et désordres de la pomme de terre. Paris : Arvalis. 192P.
- PHILLIPS, C. A., LAIRD, K., ALLEN, S. C. 2012. The use of Citri-VTM®-An antimicrobial citrus essential oil vapour for the control of *Penicillium chrysogenum*, *Aspergillus niger* and *Alternaria alternata* in vitro and on food. *Food Research International*, 47: 310-314.
- QUEZEL ., SANTA., 1963 - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales.1170 p.
- ROUSSELLE, P., ROBERT, Y., et CROSNIER, J.C., 1996- La pomme de terre. Production, amélioration, ennemis et maladie. Ed. INRA. Paris. 607P.
- SAIGHI, I., BENHAMDI, M.,2020- Identification et caractérisation des maladies fongiques de pomme de terre et essai de lutte biologique par les extraits végétaux dans la région d'EL-Oued 152P.
- SCHULTZ. T.P., NICHOLS. D., 2000. Naturally durable heartwood: évidence for the proposed dual défensive function of the extractives. *Phytochemistry*, 54, p.p. 47-52.
- SMIRNOFF, W.A., 1991- Réflexion à propos de la lutte biologique contre les insectes nuisibles. In Essaid, A. (réd.), *La lutte anti-acridienne* (chap. 21, p. 279-287). Paris, Agence universitaire de la francophonie
- SNOUSSI, S.M. 2010. Etude de base sur la Tomate en Algérie. Rapport de mission: Programme régional de gestion intégrée des ravageurs pour le Proche-Orient. Rome. 52p.

References Bibliographies

- SIMMONS, G.G. (1993). *Alternaria* themes and variation (63-72). *Mycotaxon* 48, 109-140.
- SIMMONS, EG. 1999. *Alternaria* themes and variation(236-243). Host-specific toxin producers .*Mycotaxon*. 70:325-69
- SIMMONS, E.G., 2007- *Alternaria*. An Identification Manual. : CBS Biodiversity Series No. 6. CBS Fungal Biodiversity Centre, Utrecht, the Netherlands.775p.
- SOLTNER, D., 1979-*Les grandes productions végétales*. Collection Scientifique des Technologies Agricoles. 16ème édition, 494p.
- SOLTNER D., 2005. *Les grandes production végétales* 20ème édition collection science et technique agricoles 472p.
- STEWART, P., 1969- Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Quelques réflexions. *Bull. Doc. Hist. natu. agro.* : 24 – 25.
- THIERRY,B., 1988-*Thèse - I.N.P, Toulouse*.
- TRINDALE, L.M., HORVATH, B.M., BERGERVOETM, M., VISSER, R., 2003- Isolation of gene encoding q copper chaperone for the Cu/Zn superoxide dismutase and characterisation of its promoter in *solanum tuberosum*. *Plant physiology*.133:618-629.
- TRINDALE, L.M., HORVATH, B.M., R, V.B., et RICHARD, G. F., 2004- Analysis of gene differentially expressed during potato tuber life cycle and isolation of their promoter regions *plant science* N° 166, 423- 433p
- TUTIEMPO., 2022- Base de données climatique. Disponible sur: <http://fr.tutiempo.net/climat/ws605300.html>.
- VOISIN, A.R., 2004- *Le Souf monographie*, Edition El-Walid, El Oued Algérie.319p.
- Wang, Y., Li, Y., He, P., Chen, J., Lamikanra, O., & Lu, J. 1995. Evaluation of foliar resistance to *Uncinula necator* in Chinese wild *Vitis* species. *Vitis*, 34, 159–164. <https://doi.org/10.5073/vitis.1995.34.159-164>

References Bibliographies

YAHYAOUI, N., 2005- Extraction, analyse et évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles de Menthe Spicata L. sur Rhyzoperlhu dominicu (F.) (Coleoptera, Bostrychidae) et Triboium confusm (Duv.) (Coleoptera, Tenebrionidae).Thèse de Magister en sciences agronomiques, option Ecologie, INA, El-Harrach, Algerie.

YAKHLEF S, 2014 - Suivi des maladies fongiques de pomme de terre Solanum tuberosum L. dans la région d'EL-Oued, mémoire : Biotechnologie végétale.ouargla: université kasdi merbah ouargla,65p.

ZHU, J; ZHANG, Z; YANG, Z., 2001- General research methods on pathogen of potato late blight (phytophthora infestans). Journal of Agricultural Sciences, 24: 112-114.

ZYBAK, O., 2000- FICHE TECHNIQUE. huile essentielle menthe poivrée Mentha X piperita.2p.

ZINE S. (2009). Etude de l'effet du paillage plastique noire sur la culture de la pomme de terre Solanum tuberosum. L., var. Spunta conduite sous système d'irrigation goutte à goutte dans la région d'Oued-Souf. Mémoire d'ingénieur : Agronomie Saharienne. Ouargla : Université KASDI MERBAH, 76P.



Références internet:

<http://www.pranarom.com>

Annexes



Les Annexes

1. Milieu de culture	Appareillage et petit materiel	Les Produits	verreries
Petits pois	Balance analytique- Pince stériles- Spatule Etuvet- Rotavapor Clivenger- Papier aluminium- Sacs en papier- Microscope optique- Scotch- Ciseau stérile- L'autoclave- Aiguille-Règle- Gants Hotte à flux Laminaire- Erlenmeyer- Passoire à gros tamis	Menthe- Les - L'eau distillée- L'eau de javel diluée Antibiotiques- Agar- Petits pois	Tube en verre brun-Boites stérile- Bec benzène- lame Micrométrique- Flacons- boites Pétri-Tubes à essai- Micropipette- Bécher- Entonnoir

Pour 1 litre de milieu petits pois

Hotte à flux laminaire

Bec benzène

Casserole

Couvercle

Erlenmeyer

Entonnoir

Passoire à gros tamis

Gants

Coton

Papier aluminium

125 g petits pois congelés

1.2L l'eau distillée

Les Annexes

15 g Agar Agar

Antibiotique (gentamycine).

- Dans une casserole, introduire 125g de petits pois congelés dans un litre d'eau permutée. Rajouter 200 ml d'eau permutée à cause de l'évaporation.

- Mettre le couvercle sur la casserole et porter la préparation à ébullition puis laisser mijoter pendant 30 minutes.

- Pendant ce temps, introduire dans un erlenmeyer 15 g d'Agar par litre de milieu, qui confèrent la texture solide au milieu.

- A fin de la cuisson, transvaser le jus de cuisson dans l'erlenmeyer à l'aide d'un entonnoir en filtrant les petits pois à travers une passoire à gros tamis posée sur le flacon (puis jeter les petits pois). Se munir de gants de protection contre les éventuelles brûlures.

- Boucher l'erlenmeyer avec du coton et recouvrir de papier aluminium. Stériliser à l'autoclave à 120C° pendant 20 minutes. Puis laisser refroidir en agitant régulièrement, afin d'éviter la solidification du milieu dans l'erlenmeyer.

- Couler le milieu petits pois dans les boîtes de pétri sous hotte à flux laminaire, près d'un bec benzène afin d'éviter les contaminations. Laisser le milieu solidifier sous la hotte pendant une journée.

- Conserver les boîtes à température ambiante.

Les Annexes

Résumé

Etude de l'effet des alternatives de cuivre sur la maladie de l'alternariose de la pomme de terre dans la région d'El Oued

L'alternariose de la pomme de terre est une maladie répandue dans toutes les zones de culture de la pomme de terre. La maladie se développe sous forme de taches concentriques sur les feuilles, à partir du bas de la plante. Causée notamment par les deux champignons *Alternaria alternaria* et *Alternaria solani*, Dans le cadre de la recherche des différentes méthodes alternatives contre cette maladie, cette étude est portée sur la lutte biologique contre l'alternariose de la pomme de terre, on se basant sur l'activité antifongique des extraits de plantes de la menthe poivrée *Mentha piperita* combinée à l'action de cuivre en laboratoire et in natura. Par ailleurs, les analyses au laboratoire montrent une efficacité de l'huile essentielle dans l'inhibition de la croissance mécylienne des champignons par rapport à celle de l'extrait aqueux et le cuivre. Parallèlement les essais in natura sur la culture de pomme de terre infectée par la maladie montrent que la combinaison des éliciteurs (huile et extraits aqueux de *M.piperita*) avec des doses réduites de cuivre ont une action très satisfaisante voir efficace sur la maladie ;4,33 % après dix jours après traitement.

Mots clés: Alternariose, pomme de terre, Menthe poivrée, Lutte biologique, inhibition mécylienne, Cuivre.

Abstract :

Study of the effect of copper alternatives on potato alternaria disease in the region of El Oued

Alternaria potato blight is a widespread disease in all potato growing areas. the disease develops as concentric spots on the leaves, starting from the bottom of the plant. Caused in particular by the two fungi *Alternaria alternaria* and *Alternaria solani*, As part of the search for different alternative methods against this disease, this study

Les Annexes

focuses on the biological control of potato alternaria, based on the antifungal activity of plant extracts of peppermint *Mentha piperita* combined with the action of copper in the laboratory and in natura. In addition, laboratory analyzes show an effectiveness of the essential oil in inhibiting the mycelial growth of fungi compared to that of the aqueous extract and copper. At the same time, in natura trials on potato crops infected with the disease show that the combination of elicitors (oil and aqueous extracts of *M. piperita*) with reduced doses of copper have a very satisfactory or even effective action on the disease; 4.33% after ten days after treatment.

Keywords: Early blight, potato, Peppermint, Biological control, Mycelial inhibition, Copper.

الملخص:

دراسة تأثير بدائل النحاس على مرض اللفحة المبكرة في منطقة الواد

اللفحة المبكرة في البطاطس مرض منتشر في جميع مناطق زراعة البطاطس. يتطور المرض على شكل بقع متحدة المركز على الأوراق تبدأ من قاعدة النبات. التي تسببها على وجه الخصوص الفطريات *Alternaria alternaria* و *Alternaria solani* ، وكجزء من البحث عن طرق بديلة مختلفة ضد هذا المرض ، تركز هذه الدراسة على مكافحة البيولوجية ضد اللفحة المبكرة (*l'alternariose*) للبطاطا ، بناءً على النشاط المضاد للفطريات للمستخلصات النباتية من النعناع الفلفلي (*Mentha piperita*) مدمجة مع نشاط النحاس في المختبر وفي الطبيعة. بالإضافة إلى ذلك ، أظهرت التحاليل المخبرية فاعلية الزيت العطري في تثبيط نمو الفطريات مقارنةً بالمستخلص المائي والنحاس. في الوقت نفسه ، أظهرت التجارب في الطبيعة على محاصيل البطاطس المصابة بالمرض أن الجمع بين المستخلصات (الزيت والمستخلصات المائية من *M. piperita*) مع جرعات مخفضة من النحاس لها تأثير مرضي للغاية أو حتى فعال على المرض بانخفاض بنسبة 33.4% بعد عشرة أيام من العلاج.

الكلمات المفتاحية: اللفحة المبكرة, البطاطا, النعناع الفلفلي, مكافحة بيولوجية, تثبيط فطري, نحاس