



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة الشهيد حمّة لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakdhar- EL OUED

كلية العلوم الطبيعية والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم العلوم الفلاحية

Département De sciences Agronomiques

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

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

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Production Végétale

THEME

**Effet fongicide des extraits des plantes de la
Mentha spicata L. et *Ruta graveolens* L. sur
l'alternariose de la pomme de terre dans la région
d'El Oued.**

Présenté Par :

M^{elle} : AHMIMID Nacira

M^{elle} : GHARBI Karima

Soutenue publiquement le : 04/10/2023.

Devant le jury composé de :

Président	BOUAFIAN Mabrouka	MCA	Université d'El Oued.
Examineur	BABAOUSMAIL Mahfoud	MCA	Université d'El Oued.
Promoteur	Zouioueche F Zahra	MCB	Université d'El Oued.
Co- Promotrice	Saighi Imen	..	Université d'El Oued

Année universitaire: 2022/2023



اللهم صل على محمد



Remerciement

*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 remercie également de
nos avoir fait bénéficier de ses connaissances et conseils.*

*Nous remercions tout particulièrement Mr. Cherif Abdessater pour tous ses
efforts et pour nous avoir aidés tout au long de notre parcours universitaire.*

*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 prêt ou de loin à
l'accomplissement de ce travail.*



Dédicace

Je dédie ce travail actuel en premier lieu aux personnes les plus chères du monde : ma mère, «A.F» et mon père, «A.A». Quoi que je fasse, je ne pourrais pas leur rendre ce qu'ils ont fait pour moi, si j'y suis arrivé, c'est grâce à-ils, que Dieu la bénisse, protège et leur accorde longue leur vie.

***A** mes chères sœurs*

***A** mes chers frères.*

***Et** bien sûr je dédie ce travail*

***A** mes très chères copines*

***A** toute ma famille et tous mes amis*

***Toutes** les sources de bonté, de joie et de sourire*

***Tous** mes amis d'enfance et du long parcours scolaire et universitaire*



Dédicace

Je dédie ce travail actuel en premier lieu aux personnes les plus chères du monde : ma mère, «D.F» et mon père, «A.G». Quoi que je fasse, je ne pourrais pas leur rendre ce qu'ils ont fait pour moi, si j'y suis arrivé, c'est grâce à-ils, que Dieu la bénisse, protège et lui accorde longue sa vie.

***A** mes chères sœurs*

***A** mes chers frères.*

***A** ma deuxième maman «Halima»*

***Et** bien sûr je dédie ce travail à mes oncles*

***A** mes très chères copines*

***A** toute ma famille et tous mes amis*

***Toutes** les sources de bonté, de joie et de sourire*

***Tous** mes amis d'enfance et du long parcours scolaire et universitaire*



Liste des Figures

Figure 01 : Répartition spatiale de la pomme de terre en Algérie (fait à partir les données de MADR (2013)).	8
Figure 02 : Evolution de la superficie de la culture de pomme de terre dans la wilaya d'EL-Oued (2009-2019)	9
Figure 03 : Evolution de la production de pomme de terre dans la région d'EL-Oued (2009-2019)	9
Figure 04 : Evolution du rendement de pomme de terre dans la région d'EL-Oued (2009-2019)	10
Figure 05 : Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre	11
Figure 06 : Coupe longitudinale d'un tubercule de pomme de terre	12
Figure 07 : Principaux organes extérieurs du tubercule de pomme de terre	13
Figure 08 : Cycle végétatif de la pomme de terre	15
Figure 09 : Valeurs nutritionnelles de pomme de terre	22
Figure 10 : Cycle de l'alternariose	29
Figure 11 : Symptômes sur feuille	30
Figure 12 : Symptômes sur tige	31
Figure 13 : Symptômes sur tubercule	32
Figure 14 : Blastospores d' <i>Alternaria solani</i> .	32
Figure 15 : <i>Mentha spicata</i> (Menthe verte)	44
Figure 16 : <i>Ruta graveolens</i> L.	46
Figure 17 : Situation géographique de la zone d'étude (extension de l'Erg Oriental au sud).	51
Figure 18 : Diagramme ombrothermique de "Bagnouls et Gaussen" de la région du Souf (2011-2022).	55
Figure 19 : Localisation de l'étage bioclimatique de souf sur le climagramme d'Emberger.	56
Figure 20 : Extraction d'huile essentielle de <i>Mentha spicata</i> - Appareil Clevenger.	60
Figure 21 : Conservation d'extrait	61
Figure 22 : Préparation de l'extrait aqueux de <i>Mentha spicata</i>	61
Figure 23 : Préparation de la matière sèche de <i>Mentha spicata</i>	62
Figure 24 : Préparation de l'extrait aqueux de <i>Ruta graveolens</i> L.	62
Figure 25 : Préparation de la matière sèche de <i>Ruta graveolens</i> L	63
Figure 26 : Localisation des différents sites d'échantillonnage	64
Figure 27 : Ogranes de pomme de terre infectés	64
Figure 28 : Isolement des champignons	65

Figure 29 : Méthode d'isolement sur le milieu de culture de gélose sabouraud.....	66
Figure 30 : Schéma de protocole expérimental de l'évaluation de l'activité anti fongique des plantes (<i>Mentha spicata</i> , <i>Ruta graveolens</i> L).....	68
Figure 31 : Méthode de contact direct.....	69
Figure 32 : Boîtes de traitement	70
Figure 33 : Boîte de pétri des disques mycéliens préparés	70
Figure 34 : Test antifongique	71
Figure 35 : Observation macroscopique d' <i>Alternaria alternaria</i>	75
Figure 36 : Observation microscopique d' <i>Alternaria alternaria</i> x40.....	75
Figure 37 : Observation macroscopique d' <i>Alternaria solani</i>	76
Figure 38 : Observation microscopique d' <i>Alternaria solani</i> x40	76
Figure 39 : Croissance mycélienne (cm) d' <i>Alternaria solani</i> en fonction de la dose d'huile essentielle de <i>Mentha spicata</i>	76
Figure 40 : Croissance mycélienne (cm) d' <i>Alternaria solani</i> en fonction de la dose d'extraits aqueux de <i>Mentha spicata</i> et de <i>Ruta graveolens</i> L.....	77
Figure 41 : La croissance mycélienne d' <i>Alternaria solani</i> en fonction du temps et des différentes concentrations de l'huile essentielle de <i>Mentha spicata</i>	78
Figure 42 : La croissance mycélienne d' <i>Alternaria solani</i> en fonction du temps et des différentes concentrations de l'extrait aqueux de <i>Mentha spicata</i>	79
Figure 43 : La croissance mycélienne d' <i>Alternaria solani</i> en fonction du temps et des différentes concentrations de l'extrait aqueux de <i>Ruta graveolens</i> L.	79
Figure 44 : Vitesse de la croissance mycélienne sous l'effet de différentes concentrations en huile essentielle de <i>Mentha spicata</i>	81
Figure 45 : Vitesse de la croissance mycélienne sous l'effet de différentes concentrations en l'extrait aqueux de <i>Mentha spicata</i>	81
Figure 46 : Vitesse de la croissance mycélienne sous l'effet de différentes concentrations en l'extrait aqueux de <i>Ruta graveolens</i> L.....	81
Figure 47 : Témoin (A : après 3 jours ; B : après 15 jours d'incubation).	82
Figure 48 : A : après 3 jours ; B : après 15 jours d'incubation (recto).....	82
Figure 49 : A : après 3 jours ; B : après 15 jours d'incubation (recto).....	83
Figure 50 : A : après 3 jours ; B : après 15 jours d'incubation (recto).....	83

Liste des tableaux

Tableau 01 : Production en tonnes de la pomme de terres des principaux pays producteurs en 2014	6
Tableau 02 : Evolution de la culture de pomme de terre en Algérie durant la période 2003-2013 (Superficie et production).....	7
Tableau 03 : Composition de la pomme de terre pour 100g	21
Tableau 04 : Aspect phytosanitaire de la pomme de terre en Algérie.....	22
Tableau 05 : Températures moyennes mensuelles (2011-2022)	53
Tableau 06 : Précipitations moyennes mensuelles (2011-2022)	54
Tableau 07 : Humidités moyennes mensuelles (2011-2022)	54
Tableau 08 : Vitesses moyennes des vents mensuelles (2011-2022)	55
Tableau 09: Les extraits végétaux à partir de deux plantes locale ces plantes sont : Ruta graveolens L, Mentha spicata	59
Tableau 10: Les doses utilisées.	69
Tableau 11 : Caractéristiques organoleptiques des extraits obtenus.	74
Tableau 12 : Taux d'inhibition des différents extraits végétaux sur l' <i>Alternaria solani</i>	79
Tableau 13 : Effet des différents traitements sur le mycélium d' <i>Alternaria solani</i> après 15 jours.	82

Liste des abréviations

ha: Hectare

‰: pourcentage

t: tonnes

qx: Quintaux

C°: Degré Celsius

g: gramme

m: Mètres cubes

mm: Millimètre

cm: centimètre

A: Alternaria

S : solani

M: Mentha

T: Température

ml: milliliter

µl: Microlitre

km²: Kilomètre carré



Sommaire

Sommaire

Remerciement.....	
Dédicace	
Dédicace	
Liste des Figures.....	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Sommaire.....	
Introduction	1

Première Partie: Revue Bibliographique

Chapitre 01: Généralités sur la pomme de terre

1. Historique et origine de la pomme de terre	5
2. Importance économique de la pomme de terre.....	5
2.1. Dans le monde.....	5
2.2. Situation en Algérie	6
3. Différents types de culture de la pomme de terre en Algérie	7
4. Régions productrices de la pomme de terre en Algérie	8
5. Evolutions des superficies et production-Rendement de la pomme de terre dans la région d'El-Oued	9
6. Différentes variétés de pomme de terre cultivées dans la wilaya d'El Oued	10
7. Taxonomie de la pomme de terre	10
7.1. Classification de la plante	10
7.2. Une partie aérienne	11
7.3. Une partie souterraine	12
8. Physiologie et cycle de développement de la pomme de terre	13
8.1. Cycle sexué	13
8.2. Cycle végétatif	13
8.2.1. Dormance	14
8.2.2. Germination.....	14
8.2.3. Croissance	14
8.2.4. Tubérisation.....	14
8.2.5. Maturation des tubercules	15
9. Variétés.....	15
10. Exigences de la pomme de terre	16

10.1. Exigences climatiques.....	16
10.2. Exigences édaphiques	17
11. Techniques culturales de la pomme de terre	17
11.1. Préparation des plants	17
11.2. Préparation du sol	18
11.3. Densité de plantation.....	18
11.4. Période et plantation	18
11.5. Irrigation	18
11.6. Fertilisation	19
11.7. Buttage	19
11.8. Binage	19
11.9. Défanage	20
11.10. Récolte	20
11.11. Conservation	20
12. Valeur nutritionnelle de la pomme de terre	20
13. Aspect phytosanitaire de la pomme de terre en Algérie	22

Chapitre 02 : Généralités sur *Alternaria*

1. Définition de la maladie	26
2. Historique du genre <i>Alternaria</i>	26
3. Généralité sur <i>l'Alternaria</i>	26
3.1. Biologie.....	27
3.2. Classification.....	27
4. Cycle infectieux.....	27
4.1. Conservation, source d'inoculum	27
4.2. Pénétration et invasion.....	28
4.3. Sporulation et dissémination.....	28
5. Dégâts provoquées par la maladie	29
6. Etude symptomatologique	30
6.1. Sur feuille.....	30
6.2. Sur tige	31
6.3. Sur tubercule	31
7. <i>Alternaria</i> de la pomme de terre	32
7.1. <i>Alternaria solani</i>	32
7.1.1. Caractéristiques morphologiques	33
7.1.2. Position taxonomique : (SORAUEUR, 1896).....	33

8. Alternaria producteur des mycotoxines	33
9. Lutte contre l'Aternariose.....	34
9.1. Les mesures prophylactiques	34
9.2. La lutte chimique	34
9.4. Lutte génétique.....	34
9.5. Lutte biologique	35

Chapitre 03: Lutte biologique et plantes extraits

I. La Lutte biologique	37
1. Historique	37
a. Dans le monde.....	37
b. En Algérie	38
2. Définition de la lutte biologique.....	39
3. Lutte biologique par les extraits des végétaux	39
3.1. Historique.....	39
3.2. Définition	40
3.2.1. Huiles essentielles	41
I. Définition	41
II. Composition chimique des huiles essentielles	41
3.2.2. Les Extraits aqueux	41
I. Définition	41
3.3. Utilisation des plantes en protection des végétaux	42
3.4. Activités biologiques des extraits	42
3.5. Avantages et importance économique de la lutte biologique par les extraits des végétaux	43
II-Les plantes utilisées.....	43
1- Généralités sur la menthe verte (<i>Mentha spicata</i>).....	43
a. Origine et distribution de la plante	43
b. Position systématique.....	43
c. Description botanique	44
d.Composition chimique	44
d.1. Propriétés physiques et chimiques de l'huile essentielle de la menthe verte (<i>Mentha spicata</i>)	45
d.1.1.Propriétés physiques	45
2. <i>Ruta graveolens</i>	45
2.1 Généralité.....	45

2.2 Description morphologique	46
2.3 Systématique botanique	46
2.4 Composition chimique	47
a. Huile essentielle.....	47
b. Coumarines.....	47
c. Flavonoïdes.....	47
d. Alcaloïdes.....	48

Deuxième Partie: Etude Expérimentale

Chapitre 01: Matériels et méthodes

1. Objectifs du travail	51
2. Localisation de la zone d'étude	51
2.1 Situation géographique	51
2.2. Contexte écologique de la région d'étude	52
2.2.1. Facteurs abiotiques.....	52
2.2.2. Facteurs biotiques.....	57
2.3. Cadre social et économique de Souf	57
3. Méthodologique.....	58
3.1. Matériels utilisés	58
3.1.1. Appareils	58
3.1.2. Matériel végétal.....	59
3.2. Méthodologie du travail.....	59
3.2.1. Procédé d'extraction	59
a) Séchage de plante	59
b) Extraction des huiles essentielles	59
c) Détermination du rendement d'extraction	60
d) Conservation de extrait.....	61
e) Préparation d'extraits aqueux	61
3.2.2. Identification de la maladie de l'alternariose	63
a) Echantillonnage	63
b) Technique d'isolement des agents pathogènes sur pomme de terre	64
c) Identification des isolats fongiques	65
D) Isolement des champignons sur le milieu de culture de gélose sabouraud	66
E) Lecture des colonies.....	67
F) Etude de l'activité antifongique des extraits des plantes	67
G) Evaluation de l'activité antifongique des extraits	71

Chapitre 02 : Résultats et discussion

I. Résultats	74
1. Caractéristiques organoleptiques des extraits obtenus.....	74
2. Calcul des rendements d'extraction.....	74
3. Identification des isolats fongiques de la maladie de l'Alternariose	75
3.1. Caractérisation macroscopique et microscopique d' <i>Alternaria alternaria</i>	75
3.2 .Caractérisation macroscopique et microscopique d' <i>Alternaria solani</i>	75
4. Résultats des essais antifongiques de la croissance mycélienne d' <i>Alternaria solani</i>	76
4.1. Résultats de l'activité antifongique	76
4.1.1. Evaluation de la croissance mycélienne	76
4.1.2. Effet des extraits végétaux sur la cinétique de croissance mycélienne d' <i>Alternaria solani</i> et leurs taux d'inhibition.....	77
II. Discussions	84
Conclusion.....	87
Références Bibliographiques.....	90
Résumé :	105

Introduction



Les cultures maraichères représentent une composante indispensable dans les systèmes de cultures des pays du bassin méditerranéen, principalement en Algérie où elles occupent une place considérable avec une superficie de 372096 ha et un rendement de 15,93 tonnes/ha (**OMARI, 2011**).

La pomme de terre est originaire de l'Amérique du sud, elle est apparue sur les hauts plateaux des Andes péruviennes et colombiennes, en suite elle est arrivée en Europe en sixième siècle, elle a été cultivée en Algérie en dix-neuvième siècle (**MINISTERE DU COMMERCE AGENCE NATIONALE DE PROMOTION DU COMMERCE EXTERIEUR, 2013**). Elle est classée au quatrième rang, en importance, dans le monde après le riz, le maïs et le blé qui passe la mauvaise saison sous forme de tubercule ou tiges souterraines. Elle est largement répandue dans le monde (**DJEBBOUR, 2015**).

En Afrique, cette culture occupe un rang moins important qu'en Europe, mais elle est devenue un produit important pour la consommation locale, et elle est devenue de plus en plus importante dans le régime alimentaire. En 2013 environ 30 millions de tonnes y ont été produites, ce qui représentait 7% de la production mondiale (**FAOSTAT, 2013**).

En Algérie, la pomme de terre représente l'une des principales cultures maraichères. Elle occupe 25 à 30 % des superficies réservées aux maraîchages. Celle-ci a évolué de 28400 ha avec une production de 232650 t en 1965 à 153313ha avec une production de 4673516 t. En effet, l'Algérie a occupé la deuxième place, après l'Égypte, dans la production de la pomme de terre en Afrique du Nord en 2014(**FAOSTAT, 2016**).

La région d'El-Oued offre une production de 8624000 qx sur une surface de 26950 ha (arrière-saison) (**D.S.A d'EL-OUED, 2020**). L'extension de la superficie agricole utilisable (SAU) et l'adaptation de culture aux régions (climat, sol, eau etc.) permet d'obtenir plus de rendements pour cette culture.

Plus d'une vingtaine de maladies peuvent affecter la culture de la pomme de terre. Outre le mildiou, qui se manifeste chaque année de façon plus ou moins intense selon les conditions climatiques, plusieurs autres maladies sont susceptibles d'apparaître, certaines plutôt régulièrement, d'autre à l'occasion (**CHRISTINE JEAN, 2000**).

L'Alternariose des Solanacées figure parmi les maladies fongiques les plus importantes de la pomme de terre. La maladie est signalée comme fréquente dans toutes les zones de culture, et dans certains cas elle pose un réel problème. Certains spécialistes aux Pays-Bas la considèrent

même comme la deuxième maladie en importance après le mildiou (**DANIEL RYCKMANS, 2006**).

Il n'existe pas de lutte curative pour contrôler le développement et l'extension de la maladie. L'ensemble de la lutte se base sur la prophylaxie et des mesures préventives. Ceci suggère que des informations supplémentaires relatives à la biologie de l'agent pathogène et l'épidémiologie de la maladie sont nécessaires pour la réussite du développement d'un programme de gestion fiable de l'Alternariose.

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 spicata*) de la région d'El Oued, sous forme d'huile essentielle et extrait aqueux et l'extrait aqueux de *Ruta graveolens*. Et en étudiant l'activité antifongique sur l'espèce la plus dominante pour faire face aux effets négatifs et les risques des pesticides chimiques.

Pour cela, nous avons divisé notre travail en deux parties, dont une partie théorique abordera des généralités sur la culture de la pomme de terre, sur l'alternariose, sur la lutte biologique et les plantes utilisées

Une partie expérimentale comprend la méthodologie et les approches adoptées pour la réalisation de ce travail, enfin un dernier chapitre traite les résultats obtenus de l'activité antifongique et discutez-en et les comparants à des études précédentes. Une conclusion achèvera notre travail en prescrivant des visions pour des travaux ultérieurs.



**Première Partie:
Revue
Bibliographique**

Chapitre 01: Généralités sur la pomme de terre



1. Historique et origine de la pomme de terre

L'origine de pomme de terre (*Solanum tuberosum*L.) des Andes dans le sud ouest de l'Amérique du Sud où son utilisation remonte à environ 9000 ans avant J.C. Son introduction en Europe est probablement en quelques années avant la fin du XVIème siècle et ceci par deux entrées ; La première l'Espagne vers 1570 et La seconde les îles Britanniques (1588-1593) (ROUSSELLE et *al.*, 1996).

L'ingénieur français Antoine Augustin Parmentier en 1716 qui employa le terme « Pomme de terre » pour ainsi désigner les tubercules. En France, cette espèce doit surtout sa renommée au pharmacien Augustin Parmentier qui la proposa comme aliment de substitution en cas de disette notamment après la famine de 1769-1770 (SIDIKOU, 2002).

La pomme de terre en Algérie a probablement, été introduite la première fois au XVIème siècle par les Maures andalous qui ont propagés les autres cultures dans la région. Elle a été cultivée principalement pour l'exporter vers le marché français. après l'indépendance, les agriculteurs récoltaient 25 milles tonnes par année en méditerranée, un tiers de cette quantité était destiné aux marchés d'exportation (ROUSSELLE et *al.*, 1996).

2. Importance économique de la pomme de terre

2.1. Dans le monde

La pomme de terre vient en quatrième position après le blé, le riz mais première production non céréalière, elle s'adapte à des situations très diverses. La pomme de terre cultivée dans plus de 150 pays, la pomme de terre joue un rôle clé dans le système alimentaire mondial (FAOSTAT, 2016 ; FAO, 2018).

Les grands pays producteurs sont la Chine, l'Inde et la Fédération de Russie. L'Algérie occupe la quinzième classe mondiale (FAO, 2018).

Tableau 01 : Production en tonnes de la pomme de terres des principaux pays producteurs en 2014 **(FAOSTAT, 2016).**

Classement	Pays	Production (tonnes)
1	Chine	96 136 320
2	Inde	46 395 000
3	Russie	31 501 354
4	Ukraine	23 693 350
5	Etats-Unis	20 056 500
6	Allemagne	11 607 300
7	Bangladesh	94 351 50
8	France	80 54 500
9	Pologne	76 891 80
10	Pays-Bas	71 002 58
11	Biélorussie	62 797 15
12	Egypte	48 000 00
13	Iran	47 422 40
14	Pérou	46 932 09
15	Algérie	46 735 16

2.2. Situation en Algérie

La pomme de terre occupe la deuxième place après le blé, elle est l'un des produits les plus importants pour l'alimentation de la population algérienne **(KECHID, 2005).**

La production nationale durant la dernière décennie (2003-2014) à augmenter, pour une augmentation de la surface cultivée. L'accroissement du rendement est aussi très significatif, c'est en dehors de la production de semences qui montre une nette augmentation durant cette période **(FAOSTAT, 2016).**

Tableau 02 : Evolution de la culture de pomme de terre en Algérie durant la période 2003-2013 (Superficie et production) (FAOSTAT, 2016).

Années	Superficies (ha)	Production (tonnes)
2003	88660	1879918
2004	93144	1896270
2005	99717	2156550
2006	98825	2180961
2007	79339	1506859
2008	91841	2171058
2009	105121	2636057
2010	121996	3300312
2011	131903	3862194
2012	138666	4219476
2013	140000	4400000
2014	153313	4673516

3. Différents types de culture de la pomme de terre en Algérie

La plasticité génétique de la pomme de terre lui permet de s'adapter à la diversité des agro écosystèmes algériens, la courte période de croissance et le développement de la plante autorise la réalisation de trois campagnes et de trois récoltes par an (CHEHAT, 2008). On distinguera, en conséquence :

3.1. La culture de primeur : Se localise sur le littoral et dans certaines régions du sud (EL Oued, Adrar), occupent une place mineure avec moins de 4500 ha. Elle représente 4 % seulement de la production nationale (AMRAR, 2013). La plantation s'effectue en Octobre-Novembre et la récolte en février- mars.

3.2. La culture de saison : elle est dominante tant par les surfaces occupées avec près de 67800 ha de superficies (AMRAR, 2013). La plantation est effectuée à partir du 15 mars et la récolte en mai-juin.

3.3. La culture d'arrière-saison : qui occupent la seconde place avec 50000 ha, se pratique essentiellement dans les régions du littoral centre et littoral ouest soit plus du tiers des

superficies (**AMRAR, 2013**). La plantation est effectuée du 15 juillet au 15 août, les récoltes en octobre-décembre.

4. Régions productrices de la pomme de terre en Algérie

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

4.1. L'Ouest : celui constitué par les wilayas de Tlemçen, Mostaganem, Mascara, Tiaret et Chlef qui présentent une superficie de plus de 45 000 ha avec une moyenne de 32,45% de la superficie totale réservée à la pomme de terre (**MADR, 2013**).

4.2. Le Centre : constitué par les wilayas d'Aïn defla, Tipaza, Alger, Boumerdes et Tizi ouzou avec une superficie de 38 314 ha en moyenne de 27,63% de la superficie totale réservée à la pomme de terre (**MADR, 2013**).

4.3. L'Est : le petit bassin constitué par la wilaya de Skikda sur le littoral et celle de Guelma, Batna, Sétif et Tébessa (près de 20 488 ha par an soit près de 14,77% des surfaces) (**MADR, 2013**).

4.4. Le Sud du pays : est représenté principalement par l'oasis d'El Oued où la culture de pomme de terre était introduite durant les années 90 et n'a cessé de se développer avec une superficie de 34864 ha/an (25,14%) (**MADR, 2013**).

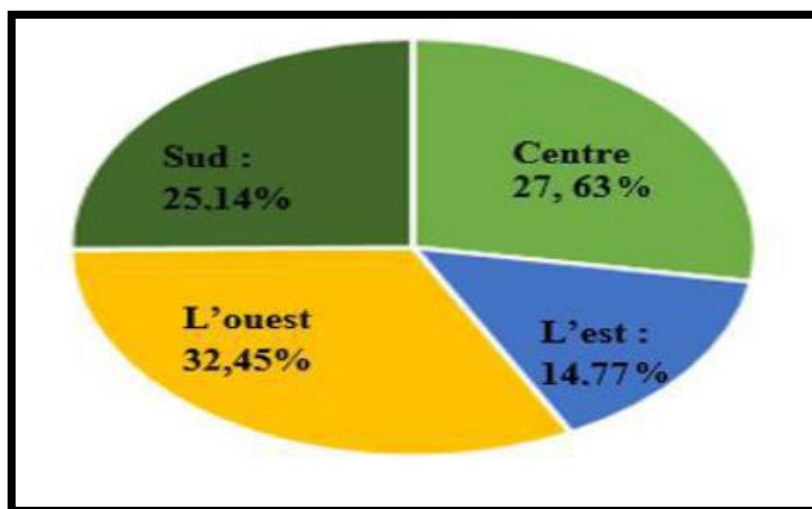


Figure 01 : Répartition spatiale de la pomme de terre en Algérie (fait à partir des données de **MADR (2013)**).

5. Evolutions des superficies et production-Rendement de la pomme de terre dans la région d'El-Oued

En El Oued, La pomme de terre représente la principale culture maraîchère de point du vue superficie et production. La production de cette culture a enregistré une évolution considérable durant la dernière décennie. Elle est passée de 3588962 (qx) en 2009 à 8624000 (qx) sur une superficie de 26950 hectares en 2019 (DSA, 2020).

Elle se compose de 07 régions les plus productrices sont : Hassi Khalifa, Reguiba, Ourmes, Trifaoui, Magrane, Guemar, et Taghzout avec une production totale de 5472000 qx et une superficie cultivée de 17100 ha (DSA, 2019).

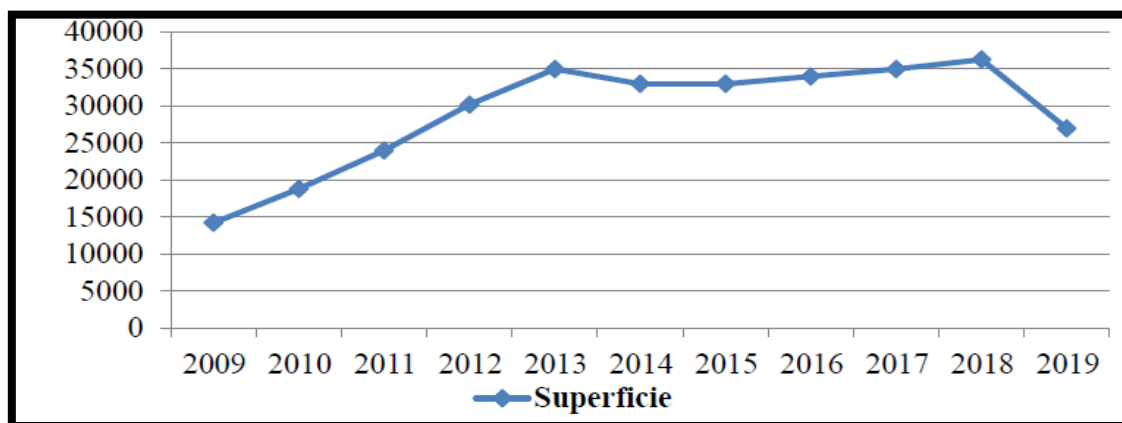


Figure 02 : Evolution de la superficie de la culture de pomme de terre dans la wilaya d'EL-Oued (2009-2019) (D.S.A, 2020).

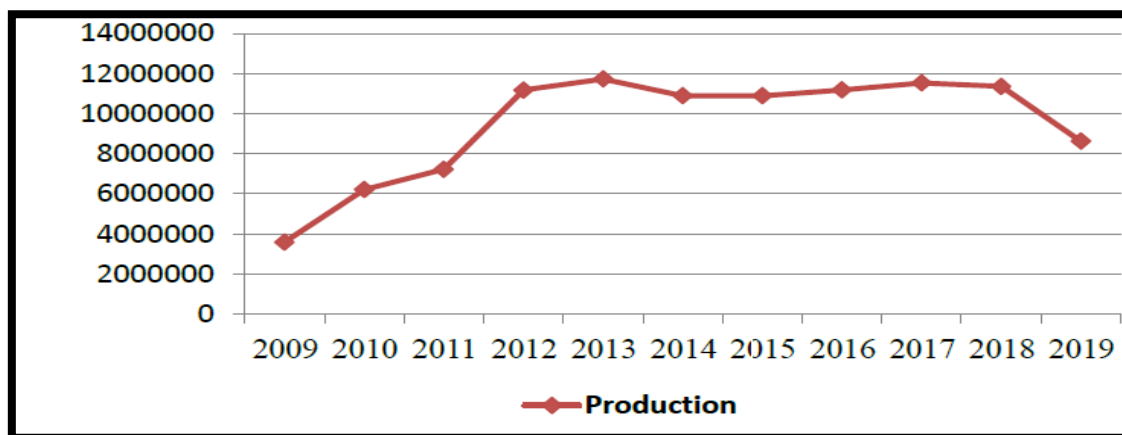


Figure 03 : Evolution de la production de pomme de terre dans la région d'EL-Oued (2009-2019) (D.S.A, 2020).

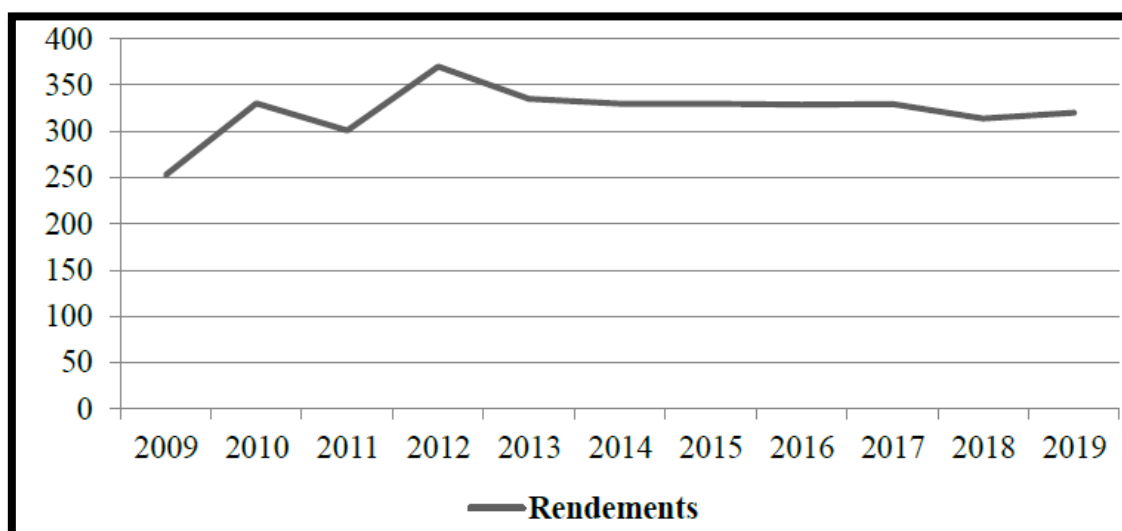


Figure 04 : Evolution du rendement de pomme de terre dans la région d'EL-Oued (2009-2019) (D.S.A, 2020).

6. Différentes variétés de pomme de terre cultivées dans la wilaya d'El Oued

En Algérie, il existe plus de 130 variétés de pomme de terre homologuées, mais une vingtaine seulement sont cultivées dont les plus importants sont : Bartina, Kondor, Désirée (variétés à peau rouge) et Spunta (variétés à peau blanche) (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.

7. Taxonomie de la pomme de terre

Solanum tuberosum c'est le nom botanique de la pomme de terre appartient à la famille de Solanacées, le genre *Solanum* est très vaste, il regroupe environ 2000 espèces tomate, Aubergine, le tabac...etc. Elle est composée en deux parties. Elle comporte à la fois des tiges aériennes et des tiges souterraines (DARPOUX et DELELLY, 1967 ; HAWKES, 1990).

7.1. Classification de la plante

BOUMIIK (1995) mentionne que, la classification de la pomme de terre est la suivante :

Règne : Plantae

Embranchement : Angiospermes.

Classe : Dicotylédones.

Sous classe : Gamopétales.

Ordre : Polmoniales.

Famille : Solanacées.

Genre : *Solanum*.

Espèce : *Solanum tuberosum* L.

7.2. Une partie aérienne

La partie aérienne est annuelle, les tiges sont prostrées ou dressées au nombre de 2 à 10, parfois plus, mesurant un mètre ou moins, les feuilles sont oblongues et pointues, les fleurs ont une couleur variante du blanc au violet, Le fruit est une baie sphérique ou ovoïde de 1 à 3 centimètres de diamètre, il contient généralement plusieurs dizaines de graines (**BERNHARDS, 1998**), et elle peut dedans jusqu'à 200 graines (**ROUSSELLE et al., 1992**). Dans le cas d'une plante de pomme de terre est très peu reproduite par graines dans la pratique agricole, cependant la graine est l'outil de création variétale (**SOLTNER, 2005**).

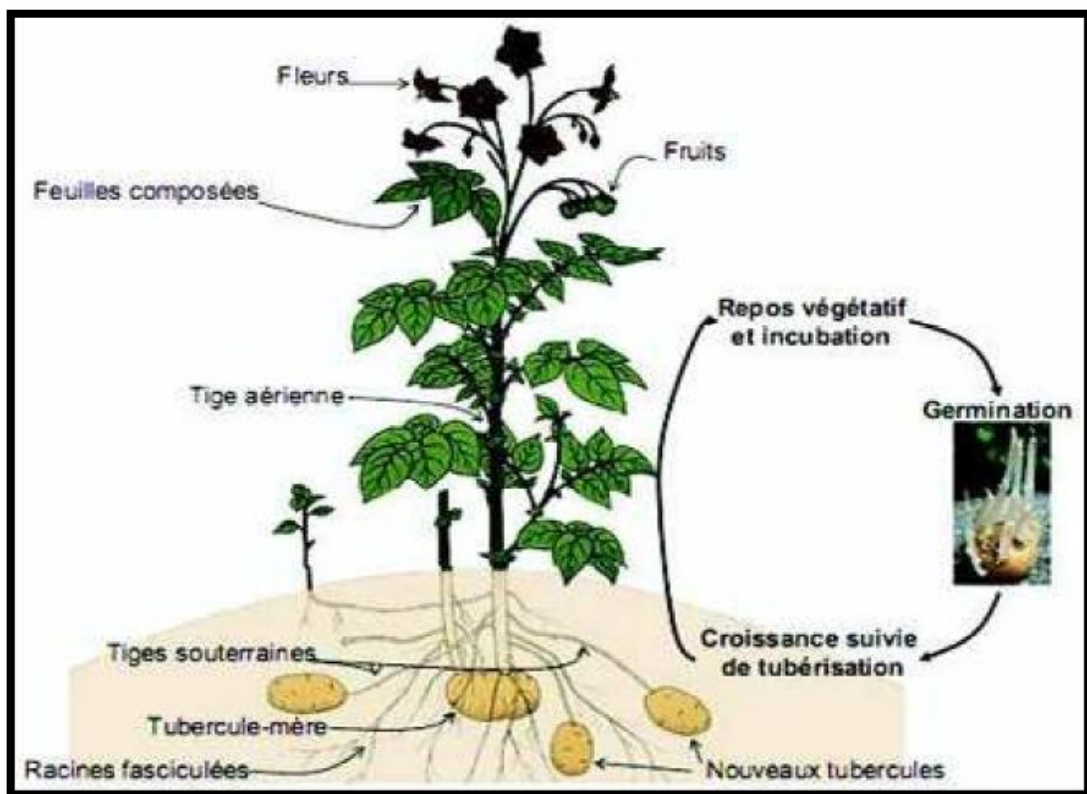


Figure 05 : Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre (**SOLTNER, 1999**).

7.3. Une partie souterraine

Le système souterrain représente la partie la plus intéressante de la plante puisqu'on y trouve les tubercules le quel est l'organe le plus intéressant de la plante, qui confère à la pomme de terre sa valeur alimentaire, et ils représentent environ 75% à 85% de la matière sèche totale de la plante (ROUSSELLE et *al.*, 1996 ; BERNHARDS, 1998). Elle porte des racines nombreuses, fines et fasciculées qui peuvent pénétrer profondément dans le sol s'il est suffisamment meuble (SOLTNER, 2005).

Le tubercule de pomme de terre c'est une tige souterraine, n'est pas une portion de racine. Il est constitué d'entre nœuds, courts et tapissais, et porte des bourgeons que l'on appelle les « yeux » situés dans de petites dépressions. D'une coupe longitudinale d'un tubercule mature, de l'extérieur vers l'intérieur les couches suivantes sont observées : le périclerme ou peau, l'anneau vasculaire composé de phloème externe, de xylème et de parenchyme vasculaire. La zone périnédullaire (parenchyme périnédullaire) et dernièrement la moelle (parenchyme médullaire) (BERNHARDS, 1998 ; BOUFARES, 2012).

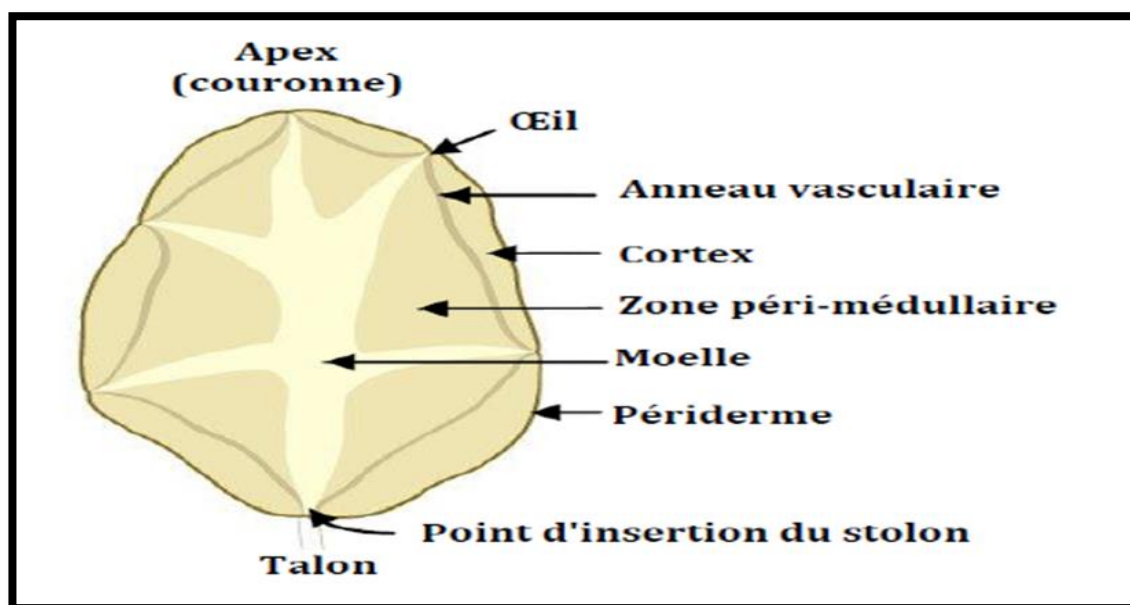


Figure 06 : Coupe longitudinale d'un tubercule de pomme de terre (BOUFARES, 2012).

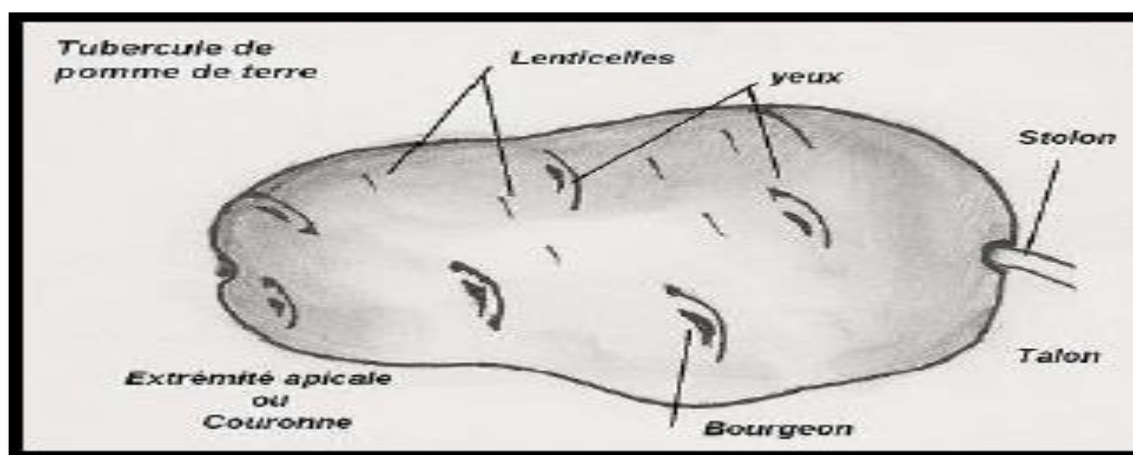


Figure 07 : Principaux organes extérieurs du tubercule de pomme de terre (BOUFARES, 2012).

8. Physiologie et cycle de développement de la pomme de terre

8.1. Cycle sexué

Le fruit de pomme de terre est une baie sphérique ou ovoïde de 1 à 3 centimètre de diamètre, de couleur verte brun violacé jaunissant à la maturité, il contient généralement plusieurs dizaines de graines (BERNHARDS, 1998). Elle peut contenir jusqu'à 200 graines (ROUSSELLE et al., 1996).

La graine est l'outil de création variétale, mais en cas la pomme de terre est très peu produite par graines dans la pratique agricole (SOLTNER, 2005).

La germination est épigée et les cotylédons sont portés au-dessus du sol par le développement de l'hypocotyle. En conditions favorables, quand la jeune plante a seulement quelques centimètres de hauteur, les stolons commencent à se développer d'abord au niveau des cotylédons puis aux aisselles situées au-dessus, et s'enfoncent dans le sol pour production des tubercules (BERNHARDS, 1998).

8.2. Cycle végétatif

Le tubercule n'est pas seulement un organe de réserve, c'est aussi un organe qui sert à la multiplication végétative. Cette dernière se déroule en cinq étapes différentes :

8.2.1. Dormance

La plupart des variétés de pommes de terre après la récolte traversent une période où le tubercule ne germe pas, quelles que soient les conditions optimales de température, et d'humidité, et sa durée dépend beaucoup de la variété et des conditions d'entreposage, et surtout de la température (**PERON, 2006**). Pour hâter la croissance des germes, on peut traiter chimiquement les tubercules de semence ou les exposer alternativement à des températures élevées et basses. Dès que les conditions redeviennent favorables le tubercule reprend son activité et ainsi se germe (**MADEC et PERENNEC, 1962 ; BELGUENDOUZ, 2012**).

8.2.2. Germination

Aussitôt après la fin de son repos végétatif, lorsqu'un tubercule est placé dans des conditions d'environnement favorables (16-20°C, 60-80% d'humidité relative), il commence à germer. On a dénommé stade d'incubation, le stade de tubérisation des germes, et période (phase) d'incubation, le temps s'écoulant entre le départ de la germination et la formation des nouvelles ébauches du tubercule par les germes (**MADEC et PERENNEC, 1962 ; ELLISSECHE, 2008**).

8.2.3. Croissance

Une fois le tubercule mis en sol au stade physiologique adéquat, ses germes se transforment en tiges feuillées ce qui rend la plante autotrophe dès que la surface foliaire atteint 300 à 400 cm² (**ROUSSELLE et al, 1996 ; SOLTNER, 2005**). Les bourgeons axillaires donnent au-dessus du sol des rameaux et au-dessous des stolons dans une période de temps de zéro jour à quarante jours (**SOLTNER, 2005**).

8.2.4. Tubérisation

Après une période de croissance la tubérisation commence par un arrêt d'élongation des stolons. La tubérisation survient réalisée dès que le diamètre des ébauches est le double de celui des stolons qui les portent. Avec les processus de multiplication cellulaire, le grossissement des ébauches des tubercules s'effectue par accumulation dans les tissus des substances de réserves synthétisées par le feuillage. Ce grossissement ralentit puis s'arrête au cours de l'affaiblissement ou la sénescence du feuillage (**BERNHARDS, 1998 ; CHABAH, 2016**).

8.2.5. Maturation des tubercules

Cette étape elle se caractérise par la sénescence de la plante, par la chute des feuilles ainsi que l'affaiblissement du système racinaire et les tubercules atteignent leur maximum de développement (MADEC et PERENNEC, 1980).

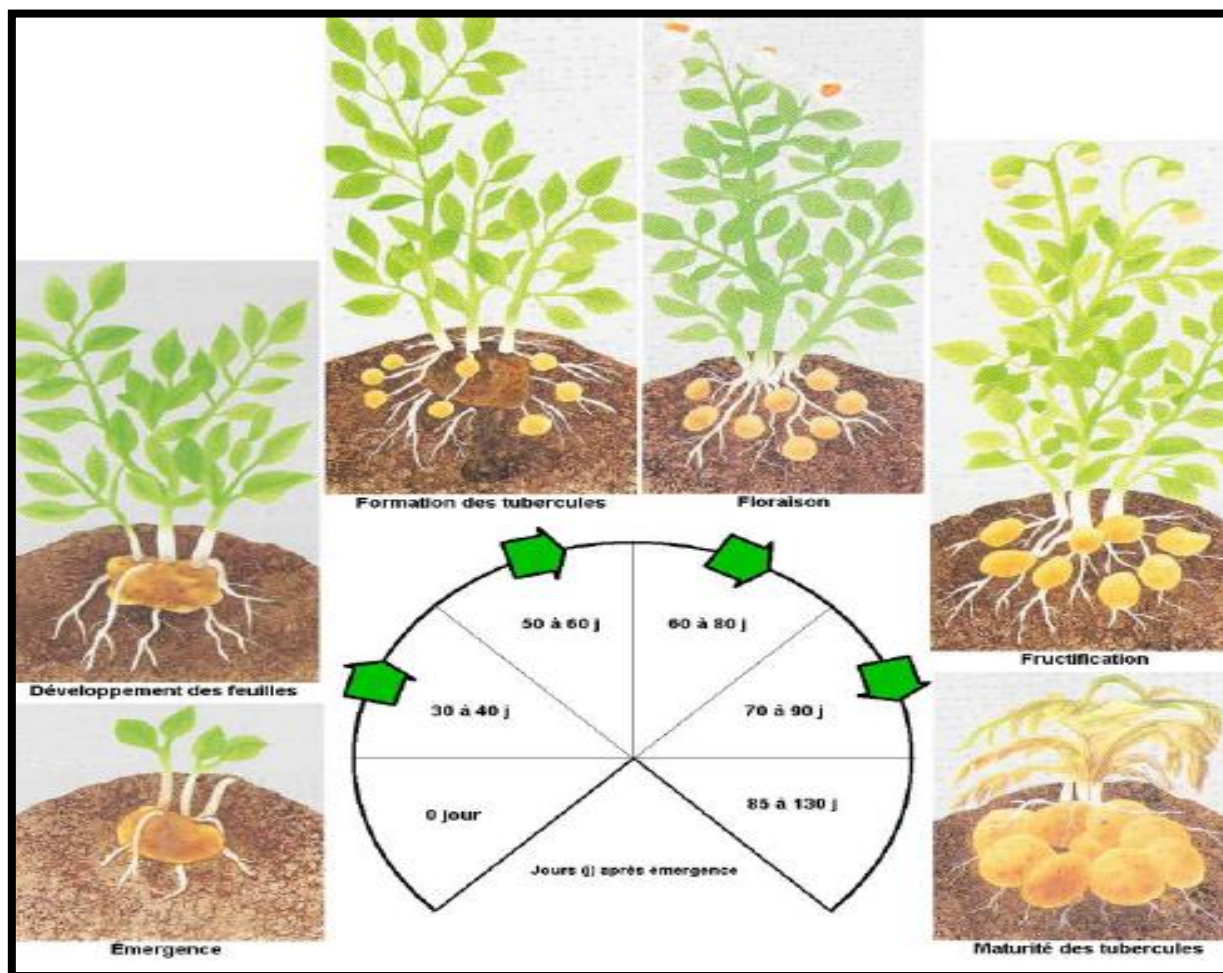


Figure 08 : Cycle végétatif de la pomme de terre (MOËNNE, 2008).

9. Variétés

La liste suisse des variétés de pomme de terre 2015 recommande 32 variétés (SCHWÄRZEL *et al*, 2014). La liste en Algérie exhorte : Amoloza ,Atlas ,Baraka ,Bartina ,Bientje , Blanka ,Charlotte , Condor , Désirée , Diamant , Estima ,Jaerla , Lisetta , Mirka , Nicola , Olinda , Ostara , Resy , Roseval , Siroco , Spunta , Timate , Yesmina (CHEHAT, 2008; SNOUSSI *et al*, 2003).

Les variétés de pomme de terre sont caractérisées par la rapidité de leur vieillissement qui peut être défini comme étant l'évolution de l'âge physiologique du tubercule et l'âge

physiologique est un processus de transformation des tissus végétaux de réserves (l'amidon), qui aura une influence sur la capacité du tubercule à croître et à tubériser (**DELAPLACE, 2007**).

Où au début, les réserves en amidon de la pomme de terre vont permettre la croissance des germes. Puis la suite de la levée (les feuilles), qui fourniront l'énergie nécessaire par photosynthèse (**MAZOYER, 2002**).

10. Exigences de la pomme de terre

La plante de pomme de terre a des exigences spécifiques, qui sont :

10.1. Exigences climatiques

a – Température

Température influence beaucoup le type de croissance. La pomme de terre est très sensible au gel. Les basses températures favorisent davantage la croissance du tubercule et par contre les hautes températures stimulent la croissance des tiges. Le zéro de végétation est assez élevé 6 et 18 °C (**LAUMONIER, 1979 ; CLEMENT, 1989**). Les températures optimales de croissance des tubercules se situent aux environs de 18°C le jour et 12 °C la nuit, et la température du sol supérieure à 25 °C est défavorable à la tubérisation (**BAMOUH, 1999**). Dans le stockage de la récolte, la température devra être inférieure à 6° C (**MOULE, 1972**).

b – Humidité

La plante de la pomme de terre est une culture qui exige une humidité abondante et régulière et a besoin de grandes quantités d'eau, parce que 95% de l'eau absorbée par les racines passent dans l'air par transpiration (**ABD EL MONAIM, 1999**).

c –Lumière

La pomme de terre est une plante héliophile. Les besoins de lumière sont importants surtout dans une phase de croissance (14 à 18h). Ce facteur est déterminant pour la photosynthèse et la richesse en fécule des tubercules (Inférieur à 12h) (**MOULE, 1972 ; CHABBAH, 2016**).

10.2. Exigences édaphiques

a –Sol

La plante de pomme de terre s'accommode à toutes les terres, à condition de disposer suffisamment de l' eau. Mais généralement la pomme de terre se développe mieux dans des sols à texture plus ou moins grossières (Sablonneuse ou sablo-limoneuse) que dans les sols de texture fine et battante (Argileuse ou argilo-limoneuse). Pour assurer une bonne croissance et une bonne production de la pomme de terre, le sol doit être profond, fertile et meuble (ANONYME, 1981 ; CHABAH, 2016).

b – Potentiel hydrogène (pH)

La pomme de terre peut donner des bons rendements, dans les sols légèrement acides ($5,5 < \text{pH} < 6$). Néanmoins elle peut s'adapter aux sols faiblement alcalins. Mais une alcalinité excessive du sol peut causer le développement de la galle commune sur tubercule (MOULE, 1972 ; BAMOUH, 1999).

c – Salinité

La pomme de terre est relativement tolérante à la salinité contre aux autres cultures maraichères. Un taux de salinité élevé peut bloquer l'absorption de l'eau par le système racinaire (AHMID, 2009).

Le point de flétrissement est atteint rapidement, lorsque la teneur en sel est élevée. On peut réduire le cas de la salinité d'un sol en le lessivant avec une eau d'irrigation douce (ANONYME, 1999).

11. Techniques culturales de la pomme de terre

11.1. Préparation des plants

Utilisation de plants non germés induit un retard de culture, une durée plus longue sur terrain et par la suite de production faible, donc les plants doivent être mis en pré-germination avant la plantation. En cas où le premier germe a germination, il faut le supprimé afin d'accélérer les germes latéraux, les plants sont disposés dans un local bien aéré et éclairé afin d'obtenir des germes trapus, verdâtre, ne dépassant pas 10 mm, pour facile à manipuler lors de la plantation (REGUIE, 2008).

11.2. Préparation du sol

La levée ainsi que le développement du système racinaire de la plante vont généralement tarder si le sol est mal préparé. Une bonne préparation des dix premiers cm permet une bonne couverture du plant (**BAMOUH, 1999**). Un labour à 20-25 cm de profondeur est indispensable suivi des façons superficielles afin d'ameublir le sol, et l'ajout de la fumure minérale se fera pendant cette préparation selon la dose moyenne : N (30) P (150) K (180), il faut aussi prévoir 30t/ha de fumure organique enfouie au cours de cette préparation (**REGUIE, 2008**).

11.3. Densité de plantation

Généralement, on a besoin de 2000 à 2500 kg de semences par hectare. Où toutes les quatre plantes plants/m² sont placées avec une distance de 70 cm entre lignes et 30 cm entre plants. Un plant de calibre 35-55 mm pré germé produit approximativement cinq à six tiges principales (**BAMOUH, 1999**).

11.4. Période et plantation

Période de plantation est fonction de la zone de production, des conditions Climatiques, et la variété cultivée et enfin de la nature du sol. Les dates de plantation s'étalent de janvier (régions non gélives) à avril (régions des hauts plateaux) (**LAHOUEL, 2016**).

Les tubercules sont plantés en rangs, espacés de 70 à 75cm et placés tous les 30 cm sur le rang, à dix cm de profondeur (**REGUIE, 2008**).

11.5. Irrigation

L'eau a un rôle important dans la croissance de la plante en assurant les mécanismes suivants :

- Transport des éléments minéraux.
- Transport des produits photosynthétiques.
- Transpiration et régulation thermique au niveau des feuilles.

En comparaison avec les autres cultures maraîchères, la pomme de terre est très sensible à la fois au déficit hydrique et à l'excès d'eau. Les besoins en eau vont principalement avec la profondeur du système racinaire et varient selon la période de plantation. 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 (**BAMOUH, 1999 ; PAVIS et PATRICE, 2003**).

11.6. Fertilisation

La fertilisation demeure l'un des facteurs les plus importants pour une bonne production de la pomme de terre. 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.

Les éléments les plus importants pour la plante sont : N (Azote)- P (Phosphore)- K (Potassium)-Mg (Magnésium) et Ca (Calcium). 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.

L'azote est le facteur déterminant du rendement de la culture. Il favorise dans un premier temps le développement du feuillage, puis la formation et le grossissement des tubercules.

Le phosphore intervient dans les phénomènes de floraison, fructification et maturation d'où son action comme facteur de précocité et de rendement. Il est un facteur de précocité et favorise le développement racinaire.

Le potassium est l'élément majeur pour la tubérisation. Il favorise le développement de la plante et augmente légèrement la résistance au froid. La forme sulfate est plus préférable que la forme chlorure. La carence en K cause des nécroses (**BAMOUH, 1999**).

11.7. Buttage

Le buttage est respectivement réalisé en une étape lors de la plantation ou en deux étapes espacées de 10 à 15 jours pour assurer une bonne nutrition de la plante et favoriser le grossissement des tubercules et faciliter l'arrachage mécanique (**ROUSSELLE et al., 1996**).

Une butte bien réalisée assure également une protection efficace contre l'attaque de la teigne et contre le mildiou (**YAKHLEF, 2014**).

11.8. Binage

Pour une bonne production, quelques binages seront nécessaire pour éliminer les mauvaises herbes qui se développent entre les sillons, Le binage sera suivi l'apport de complément en azote. Le 1er binage se fait 2 à 3 semaines après la levée, puis il est répété

chaque fois qu'on irrigue. Il faut veiller à ne pas toucher le système racinaire et les tubercules nouvellement formés **(BAMOUH, 1999 ; REGUIE, 2008)**.

11.9. Défanage

Le défanage c'est une étape avant la récolte. Il consiste à éliminer en fin de culture la partie aérienne du plant de pomme de terre afin de stopper la croissance des tubercules et la méthode la plus utilisée est le défanage chimique. Il intervient plus ou moins précocement selon le type de production. Après défanage, les tubercules sont laissés en terre pour une période de deux à quatre semaines afin de permettre leur maturation **(DELAPLACE, 2007)**.

11.10. Récolte

L'arrachage des tubercules intervenant en fin de cycle de vie la pomme de terre est une opération délicate qui influence la qualité de présentation et l'aptitude à la conservation des tubercules. Les arracheuses mécaniques actuelles permettent l'arrachage de tous les tubercules en limitant le risque de meurtrissures et en éliminant la terre, les mottes, les cailloux et les fanes desséchés **(DELAPLACE, 2007)**. La maturité est indiquée par le jaunissement des feuilles inférieures, dessèchement des tiges et la fermeté de la peau du tubercule **(BAMOUH, 1999)**.

11.11. Conservation

Seuls les tubercules non blessés sont à conserver, pour assurer une bonne conservation. Puisque le tubercule est un fragment de tige vivante, qui continue à vivre pendant la période de conservation. Il faut un bon contrôle de l'environnement : (température et humidité relative). Ces facteurs varient selon la destination du produit **(BAMOUH, 1999)**.

Température

4 à 8 °C pour la pomme de terre de consommation, 2 à 4 °C pour la pomme de terre de semences.

Humidité relative

90 à 95% tout en évitant l'accumulation du CO₂ par ventilation **(BAMOUH, 1999)**.

12. Valeur nutritionnelle de la pomme de terre

La pomme de terre apporte des principes nutritifs qui en font un produit presque indispensable à notre alimentation, elle est également la base du régime alimentaire de plusieurs

groupes cultureux, elle est riche en amidon, en vitamine C et en potassium (**KECHID, 2005 ; GAGNON et al., 2007**).

Le tubercule de pomme de terre présente une valeur énergétique d'environ 90 kcal, et environ $\frac{3}{4}$ de son poids en eau, une quantité relativement élevée de glucides (19g), un faible taux de substances azotées, et très peu de lipides (0,2g), et 2g de fibres (**ROUSSELLE et al., 1996**).

Tableau 03 : Composition de la pomme de terre pour 100g (**GOCHER et LUSSEON, 2001**).

Minéraux (en mg)		Acides Aminés (18 au total) (en mg)		Vitamines (en mg)	
Calcium(Ca)	6	Acide glutamique	180	B1 ou Thiamine	0.11
Sodium (Na)	7	Acide aspartique	219	B2 ou Riboflavine	0.04
Potassium (K)	410	Lysine	176	B3 ou PP ou Niacine	1.3
Phosphore (P)	50	Leucine	172	B6 ou Pyridoxine	0.2
Magnésium (Mg)	27	Phénylalanine	84	C ou Acide ascorbique	13
Fer (Fe)	0.8	Méthionine	34		
Manganèse (Mn)	0.17	Tryptophane	31		
Cuivre (Cu)	0.16	Cystine	22		

La figure suivante résume la composition moyenne de la pomme de terre en éléments nutritifs :

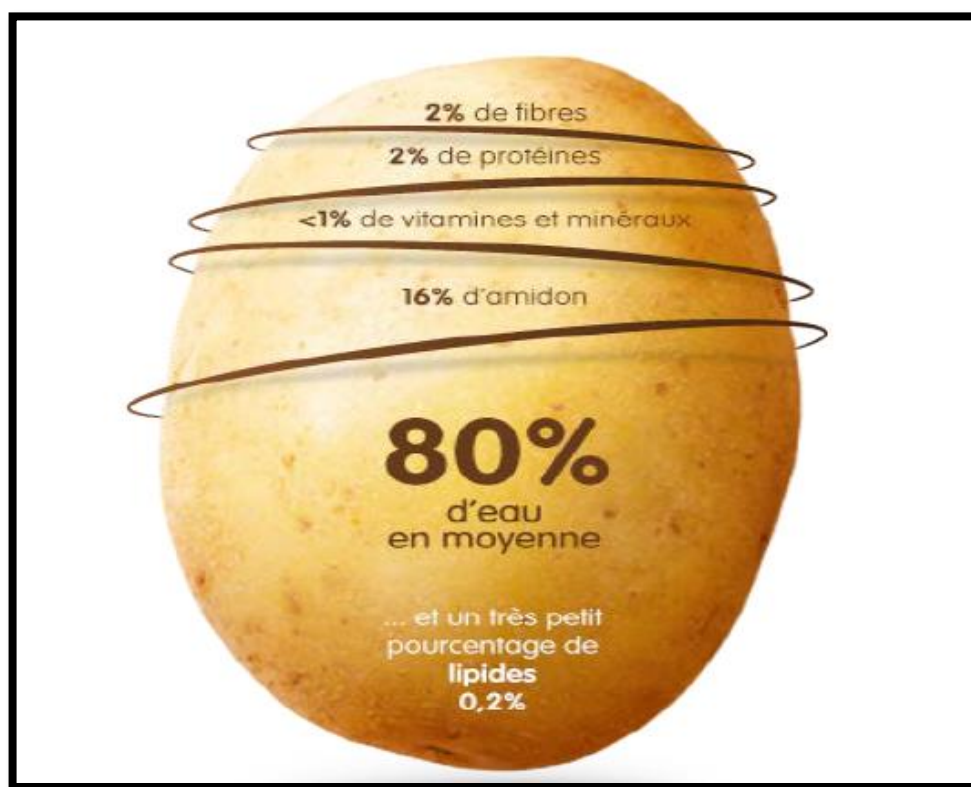


Figure 09 : Valeurs nutritionnelles de pomme de terre (CIQUAL, 2013).

13. Aspect phytosanitaire de la pomme de terre en Algérie

Comme toutes les cultures, la pomme de terre peut contracter un ensemble de maladie (fongique ou bactériennes ou virales) et ravageurs qui effectuent la totalité ou une partie de la plante (racine, tige, feuilles, tubercules) qui cause d'importants dégâts quantitatifs et qualitatifs.

Les principales maladies et ravageurs de la pomme de terre, et leurs agents causaux, sont résumés dans le **tableau N°04 (PHILIPPE et al., 2008)**.

Tableau 04 : Aspect phytosanitaire de la pomme de terre en Algérie.

Maladies	Agent Causal	Symptômes
Maladies Virales		
Virus du rattle du Tabac	Virus TRV. Transmis par des nématodes de genres <i>trichodorus</i> et <i>Paratrichodorus</i>	-Des arcs nécrotiques assez marqués ou des lignes sinueuses plus irrégulières.
Virose de la pomme de terre	Virus M. Le vecteur de cette maladie sont les pucerons	- Ondulation du bord feuilles.

		- Déformation foliaires et la formation de taches en mosaïque. - Légère décoloration des nervures des feuilles du sommet.
Mosaïque plane de la pomme de terre	Virus X. Ce virus transmet par frottement	- Décoloration bénigne en forme de mosaïque légère entre les nervures.
Virus de la frisolée de la pomme de terre	PVY, membre –type du genre Potyvirus ce virus transmis par équivalent à 70 espèces de plus que les pucerons	- Altération de zones vert claire et vert foncé. - Des tâches nécrotiques brunes à noires au niveau de feuilles.
Maladies Bactériennes		
Pourritures brunes de la pomme de terre	<i>Ralstonia solanaceatun</i>	- pourriture brune de l'anneau vasculaire et présence d'un mucus blanchâtre. - Flétrissement de plante.
La tige noire et pourriture molle de la pomme de terre	<i>Erwinia carotovova</i> sub sp <i>atroseptica</i> <i>Erwinia carotovova</i> sub sp <i>carotovova</i> cette bactérie se transmet par la pluie, l'eau d'irrigation et les insectes.	- La jambe noire (des nécroses de la base des tiges). - Sur tubercule pourriture molle interne. - Sur feuillage nécrose plus ou moins sèche.
Maladies dues aux Nématodes		
Nématodes à kyste	<i>Kyste Globodera</i> <i>rostochiensis</i> et <i>Globodera</i> <i>pallida</i>	- Végétation chétive (faible) - Petites zones nécrotique Superficielles. - Les plantes sont rabougries et plus au moins fourchus.

Nématodes à galle	Plusieurs espèces de nématodes à galle du genre <i>Meloidogyne</i>	Mauvaise croissance du végétal Nanisme. -Petites masses blanchâtres gélatineuses et translucides
Ravageurs		
Vers gris	<i>Agrotis sp</i>	- Diminution du couvert végétal.
Pucerons	<i>Myzus persicae</i> , <i>Aulacorthum solani</i> , <i>Macrosiphium euphorbiae</i>	- Miellat et fumagine.
Teigne	<i>Phthorimea operullella</i>	- Perforation et forage de mines et feutrage gris en surface.
Maladies Fongiques		
L'Alternariose de la pomme de terre	<i>Alternaria solani</i> <i>Alternaria alternaria</i>	- Des lésions typiques avec taches nécrotiques en anneaux concentriques et halo jaunâtre. - Des pourritures sèches sur tubercules.
Rhizoctone brun	<i>Rhizoctonia solani</i>	- Taches brunes et sèches sur germes et parties enterrée de la tige. - Levées irrégulières ou tardives des plantes.

Chapitre 02 : Généralités sur l'alternariose



1. Définition de la maladie

Alternaria est un champignon, saprophyte ou parasite, causent la maladie d'alternariose, cette maladie est phytopathogène et allergène aéroporté, elle touche plus de 100 espèces connues, 50 espèces étudiées sont (*Alternaria solani*, *Alternaria Alternata*...) (SIMMONS, 1993).

L'Alternariose est une maladie très présente en Algérie ; elle affecte toutes les productions de plein champ et sous tunnels plastiques (serre), les conséquences de la défoliation sont graves, elles contribuent au ralentissement et à la diminution de la production (ITCMI, 2010).

2. Historique du genre *Alternaria*

En 1816, Ness décrit pour la première fois un champignon présentant des spores produites en chaîne portant un bec filiforme qu'il appelle *Alternaria tenuis*. Le genre a été successivement décrit par GROVES et SKOLKO (1944), NEERGAARD (1945), JOLY (1964) et SIMMONS (1967, 1986, 1992).

WILTSHIRE en 1993, propose de regrouper dans le genre *Alternaria* toutes les espèces dont les spores présentent un bec, sans tenir compte de la formation ou non de chaînes (KEONIG, 1995).

3. Généralité sur l'*Alternaria*

Les *Alternaria* sont des champignons fréquents dans notre environnement. Ils appartiennent aux moisissures atmosphériques. Ils peuvent être isolés de végétaux très divers. L'*Alternaria* comprend près de 275 espèces (SIMMONS, 2007). Avec des modes de vie saprophytes et phytopathogènes qui peuvent affecter les cultures sur champ ou produits végétaux pendant la récolte et post-récolte (LOGRIECO et al., ; 2009). En tant que parasites de faiblesse, les *Alternaria* sont capables de mener une existence saprophytique pendant des périodes plus ou moins longues. Certains, tel qu'*A. chartarum*, *A. consortale*, *A. tenuis*, etc., ont un habitat le plus souvent saprophytique et se rencontrent couramment sur des débris organiques ou les végétaux morts. Quelques espèces comme *A. solani*, *A. dauci* et ses formes, *A. linicola*, *A. zinniae*, etc., vivent au contraire à l'état de parasites sur des plantes encore apparemment vigoureuses (MESSIAEN et al., 1991). Ce sont des champignons mésophiles,

leurs activités prédominantes disparaissent lorsque la température s'élève (**BOTTON et al ., 1990**).

3.1. Biologie

Les membres du genre *Alternaria* possèdent des conidies septées avec cloisons transversales et longitudinales, les cellules sont multinucléées (pluricellulaires) de couleur foncée généralement piriformes de tailles variable selon les espèces (**ROTEM, 1994**), elles possèdent un pigment de type mélanine qui leur serve de protection contre les conditions environnementales défavorables, y compris la résistance aux microbes et enzymes hydrolytique (**ROTEM, 1994**). 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. Certaines espèce d'*Alternaria* ont une reproduction sexuée et leur forme parfaite appartient aux Loculoascomycètes (genre *Pleospora* ou *Lewia*) (**ELLIS, 1971; SIMMONS, 1986; ERIKSON et HAWKSWORTH, 1991**).

3.2. Classification

Selon le catalogue of life (**25 MARS 2016**), la taxonomie de l'*Alternaria sp* est la suivante :

Règne : Fungi

Embranchement : Ascomycota

Classe : Dothideomycetes

Ordre : Pleosporale

Famille : Pleosporaceae

Genre : *Alternaria*

4. Cycle infectieux

L'alternariose est favorisée par un cycle infectieux similaire pour toutes les espèces d'*Alternaria*, responsable de cette maladie (**FARRAR et al., 2004**). Ce cycle est divisé en plusieurs stades : conservation, pénétration et invasion, sporulation puis dissémination (**Fig.10**.)

4.1. Conservation, source d'inoculum

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

4.2. Pénétration et invasion

Une fois les spores d'*Alternaria* sont en contact avec les cellules végétales, elles sont capables de germer et produisent un ou plusieurs tubes germinatifs, la pénétration dans les tissus végétaux se fait soit directement à travers les stomates ou les blessures (**AGRIOS, 2005**), ou soit par pénétration enzymatique, cette stratégie est la plus évidente chez les *Alternaria*. La colonisation de l'hôte est facilitée par des enzymes (cellulase, pectine galacturonase de méthyle). Le champignon envahit rapidement les tissus foliaires, les lésions deviennent visibles 2 à 3 jours après l'infection, la production de spores se produit 3 à 5 jours plus tard (**BLANCARD et al., 2012**).

4.3. Sporulation et dissémination

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

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

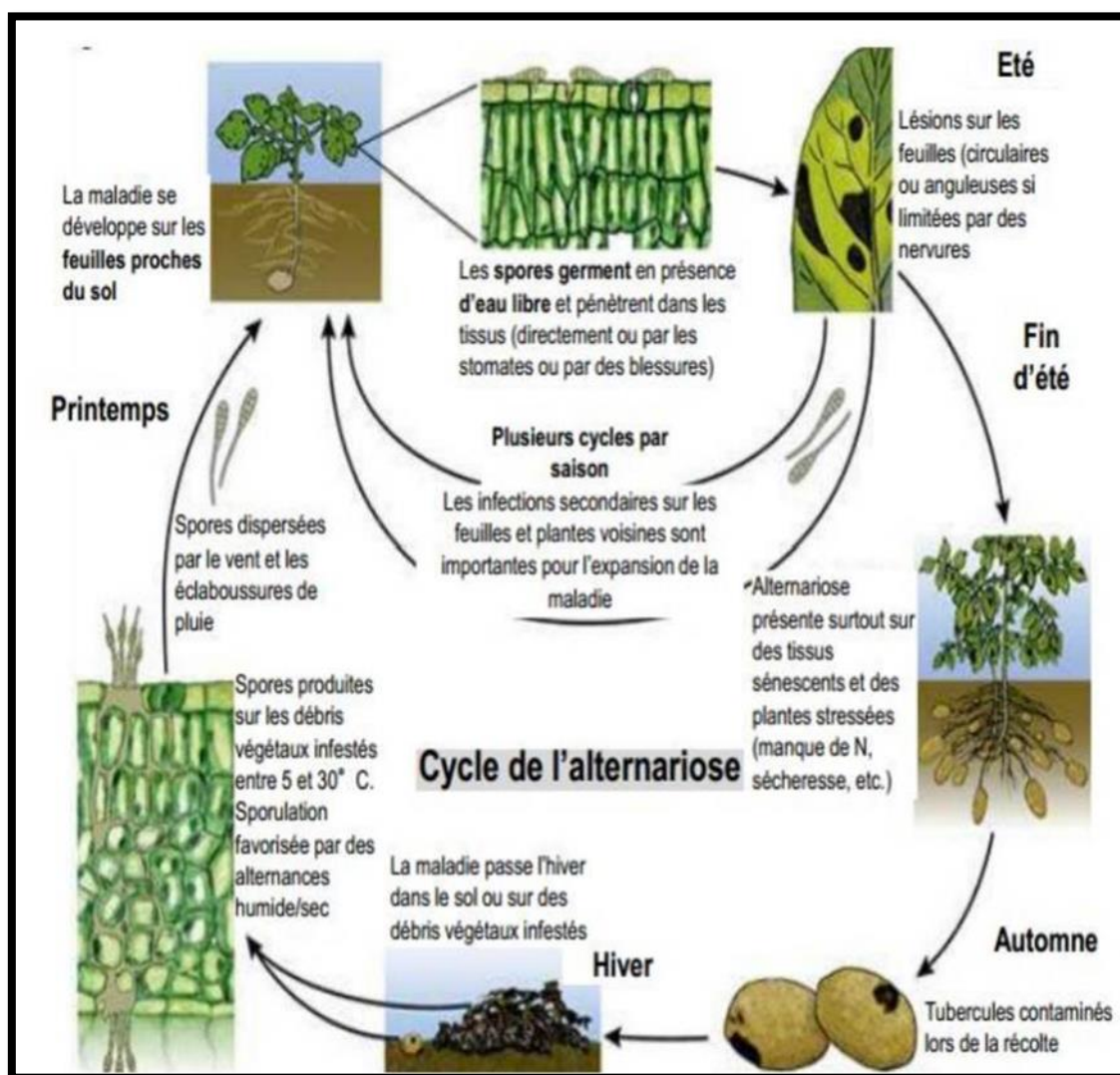


Figure 10 : Cycle de l'alternariose (ANDRÉ, 2016).

5. Dégâts provoqués par la maladie

Les dégâts de l'alternariose peuvent être conséquents si des conditions climatiques humides persistent et/ou aucune méthode de protection n'est envisagée. Elle entraîne parfois des défoliations importantes à l'origine d'une réduction des rendements. Sur la culture de pomme de terre, la perte de rendement atteint jusqu'à 30-50% suite à une destruction précoce du feuillage et par conséquent une perte économique pour l'agriculture (ANDRE CHASSOT, 2016).

Les pertes de rendement en hausse de 79% en raison des dégâts de la brûlure précoce ont été annoncées au Canada, Inde, États-Unis et au Nigeria (BASU, 1974B; DATAR et MAYEE, 1981; SHERF et MACNAB, 1986; GWARY et NAHUNNARO, 1998).

La brûlure précoce réduit les régions photosynthétiques et qui dans des cas sévères peut défolier les plantes. Cette maladie débute sur les feuilles de la base et suivant les conditions du milieu, progresse rapidement vers le sommet (**BOVEY, 1972**). Le rendement est réduit lorsque les plantes ne parviennent pas à fructifier (**GLASSCOCK, 1944**).

6. Etude symptomatologique

Le succès de l'infection est lié à la sénescence des feuilles et des plantes mais aussi aux conditions climatiques précises, comme une température entre 25C° à 30C° et une période de rosée (**HARRISON *et al* ; 1965 ; ROTEM, 1981**).

La maladie se reconnaît facilement par les cercles concentriques rapprochés qui se forment à l'intérieur des taches. Celles-ci se fondent parfois en grandes plages de tissus nécrosés et provoquent un enroulement des feuilles qui rappelle celui de la brûlure apicale. Le temps chaud et humide aggrave la maladie qui peut entraîner la mort, (**HODGSON et POND ; J MUNRO, 1975**).

La brûlure précoce peut affecter le feuillage, les tiges et dans des cas plus sévères, les fruits. C'est une maladie fongique qui affecte les cultures des Solanacées dans le monde entier (**BATISTA *et al.*, 2006**).

6.1. Sur feuille

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



Figure 11 : Symptômes sur feuille (SAIGHI,2020).

6.2. 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 (**MAGNENAT,1991**) (**Fig.12.**)



Figure 12 : Symptômes sur tige (SAIGHI,2020).

6.3. Sur tubercule

En culture, les attaques sur tubercules sont très peu courantes. Elles résultent d'atteintes ayant eu lieu lors de la récolte ou de la mise en conservation, lorsque des spores d'*Alternaria* entrent en contact avec la chair des tubercules mal indurés et/ou blessés. Les symptômes sont des taches (jusqu'à quelques cm) en dépression, de couleur brun – violet ou noir métallisé. 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**) (**Fig.13.**)

Il n'y a pas de lien entre des attaques plus ou moins importantes du feuillage, et des atteintes ultérieures des tubercules. La contamination des tubercules aura lieu surtout en cas d'induration insuffisante, de récolte par temps (trop) sec et lorsque les tubercules sont blessés (coupures, coups mécaniques) (**DANIEL, 2006**).



Figure 13 : Symptômes sur tubercule (SAIGHI,2020).

7. Alternaria de la pomme de terre

Cette maladie provoquée sur pomme de terre par une espèce d'*Alternaria solani* ou, par *Alternaria alternata* (DROBY *et al.*, 1984). Le champignon du genre *Alternaria* est disséminé par voie aérienne, pénètre dans les feuilles soit directement, soit par le biais de microblessures.

7.1. *Alternaria solani*

Alternaria solani appartient au groupe d'espèces à grosses spores (section porri) au sein du genre *Alternaria*, les conidies solitaires, supportées individuellement ou rarement en chaîne de deux sur des conidiophores simples et séptés (NEERGAARD, 1945 ; ELLIS et GIBSON, 1975), elles mesurent entre 150 et 200 µm de long (de la base à l'extrémité du bec) cette espèce est en général identifiable comme l'agent pathogène lié à la brûlure foliaire de pommes de terre (SIMMONS, 2007).

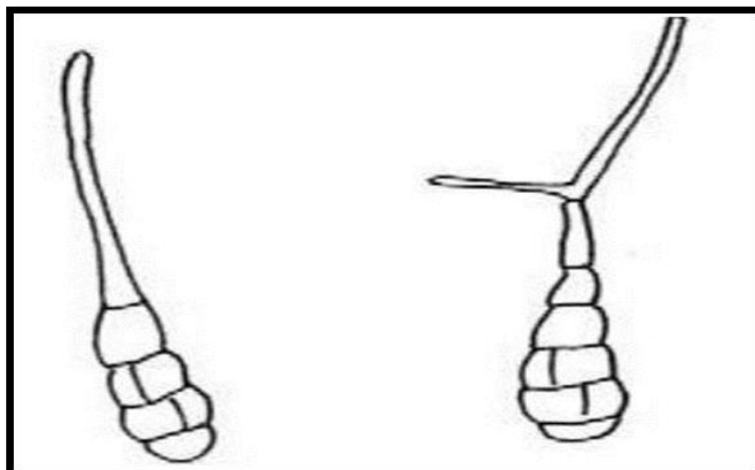


Figure 14 : Blastospores d'*Alternaria solani*.

7.1.1. Caractéristiques morphologiques

A.solani qui se distinguent par son niveau de virulence est identifiable par la forme caractéristique de ses spores. Les conidies fuselées et muriformes de *A. solani* se caractérisent par un appendice apical, aussi long que le corps de la spore, et mesurent 150 à 300 pm de longueur. Le montage et l'examen microscopique des conidies dans une goutte d'eau permettent d'identifier les spores (IDNURM, HEITMAN, 2005).

7.1.2. Position taxonomique : (SORAUEUR, 1896)

Règne : Fungi

Division : Ascomycota

Sous-division : Pezizomycotina

Classe : Dothideomycetes

Ordre : Pleosporales

Famille : Pleosporaceae

Genre : *Alternaria*

Espèce : *Alternaria solani*

8. Alternaria producteur des mycotoxines

Les champignons du genre *Alternaria* qui appartient à la catégorie des nécrotrophes, tuent les cellules végétales, notamment par l'action de toxines (AGRIOS, 2005). Leur pouvoir pathogènes et leur virulence tiennent en compte de la nature des relations, hôte- pathogène implique aussi la notion d'aptitude parasitaire du parasite (JOLY, 1964). Bien que *A. alternata* a été considéré comme l'espèce principale productrice des mycotoxines. Les autres membres du genre, tels qu'*A. citri*, *A. solani*, *A. longipes*, *A. tenuissima* et *A. arborescens* espèces *infectoria* groupes, sont également capables de produire ces contaminations toxiques dans leur hôte (BARKAI-GOLAN, 2008). Ces champignons, considérés comme polluants biologiques, par leur productions d'allergènes, antigènes dans l'organisme, capables de déclencher une réponse immune circulant de type immunoglobuline (E ou IgE), qui se manifeste par une réponse allergique avec libération de médiateurs, tel que l'histamine chez le sujet sensibilisé (BOTTA et al., 2005).

9. Lutte contre l'Alternariose

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 :

9.1. Les mesures prophylactiques

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

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

9.2. La lutte chimique

A côté des méthodes de lutttes culturales, génétiques et biologiques, les traitements chimiques sont largement utilisés pour combattre les maladies fongiques. Le chiffre d'affaire mondial des produits phytosanitaires avoisine les 44015 millions de dollars est en hausse de 15% en 2011, la part de fongicides s'élève à 25,8% (**UIPP, 2011**).

Les fongicides sont couramment utilisés pour contrôler la brûlure foliaire et sont constitués de produits protecteur comme le mancozébe (Dithane) et le chlorothalonil (Bravo), le manébe, l'iprodione, le difénoconazole, le cymoxanil+ famoxadone, le thiophanate-méthyle (**BLANCARD et al., 2012**). Au cours de culture, les plantes doivent être traitées dès que les premiers symptômes sont constatés le plus rapidement possible. Les applications doivent être renouvelées après des fortes pluies et des irrigations, car ces derniers favorisent l'extension de la maladie.

9.4. Lutte génétique

Les sources de résistance ont été trouvées chez plusieurs sauvages, en particulier *Lycopersicon hirsutum* et *L. pimpinellifolium*. Elles ont été utilisées dans des programmes d'amélioration qui ont permis d'obtenir des lignées et des cultivars disposant d'une résistance polygénique partielle à alternariose, ayant aussi une maturité assez tardive. Une diminution de

la sensibilité de la tige et du collet à l'alternariose a été rapportée chez d'autres espèces sauvages sans être exploitées efficacement (**CHAERANI et VOORRIPS, 2006**).

9.5. Lutte biologique

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**). 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**).

Aussi, les travaux de **NIKUMBH et SALER (2011)** qui constituent à tester l'effet des extraits de plantes sur le pathogène de l'oignon *A. alternaria*, notamment l'extrait de feuilles d'*Annona squamosa*, qui a inhibé la croissance du champignon de 91,13% et 68,35% à concentrations de 50% et 100%, respectivement. Tandis que les extraits de *Withania somnifera* L. ont inhibé de 54,09% et 36,60% par rapport aux autres extraits de plantes, le mélange de trois extraits de plantes (Cassia, Argémone, Parthenium) a donné de meilleurs résultats par rapport aux extraits de plantes testés individuellement.

Les propriétés antagonistes des *Trichoderma spp.* S'expliquent par la compétition pour les éléments nutritifs, (l'antibiose ainsi que le parasitisme (**YEDIDIA et al., 2000**). *Trichoderma spp.* est commercialisé pour lutter contre les agents de fonte de semis, il occupe 50% des BCA (Biological contrôle agent) fongique mis sur le marché (**VERMA et al., 2007**).

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

Chapitre 03: Lutte biologique et plantes étudiées



I. La Lutte biologique

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**). Selon l'OILB, la lutte biologique utilise un ensemble de méthodes satisfaisant les exigences à la fois économiques, écologiques et toxicologiques, en réservant la priorité à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et en respectant les seuils de tolérance.

1. Historique

Depuis le début de l'agriculture, il y a environ 10 000 ans, les fermiers ont rencontré divers problèmes liés aux organismes nuisibles qui ont augmenté avec l'intensification des cultures. Sera présenté dans cette section un bref historique de la lutte biologique.

a. Dans le monde

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**). Comme les fermiers favorisaient également la dispersion de ces fourmis en installant des tiges de bambou entre les arbres, il s'agissait de lutte biologique à la fois d'augmentation et de protection.

Des recherches sur les prédateurs, parasitoïdes et maladies s'attaquant aux ravageurs jalonnent l'histoire mais c'est surtout vers la fin du XIX^{ème} et au XX^{ème} siècle que les principales découvertes et expériences se font (**WAAGE, 2004**). En 1868, la cochenille australienne (*Icerya purchasi* Maskell), un insecte parasite qui suce la sève des arbres d'agrumes, a été accidentellement introduite en Floride. Suite aux dommages considérables à l'industrie et en l'absence d'autres moyens de lutte, un entomologiste introduisit une coccinelle naturellement prédatrice (*Rodolia cardinalis* Mulsant) de la cochenille en Australie, ce qui mena au premier grand succès de la lutte biologique classique (**JOURDHEUIL et al., 1991**). Les scientifiques croient alors que la lutte biologique est la solution à tous les problèmes et de nombreux insectes sont introduits en Amérique de façon maladroites, sans études préliminaires sérieuses ni période de quarantaine (**TURNBULL et CHANT, 1961**). Heureusement, aucun de ces organismes n'a causé de tort sérieux à l'environnement.

La lutte biologique est dans l'air au Canada depuis la fin du XIX^{ème} siècle. Les premiers parasitoïdes exotiques destinés à la lutte antiparasitaire arrivent en 1882 pour lutter contre un ravageur des groseilles et du cassis. Des œufs de mouche à scie du groseillier (*Nematus ribesii* Scopoli) infestés de trichogrammes (minuscules guêpes parasitoïdes) sont importés de l'Europe par l'état de New-York (**TURNBULL et CHANT, 1961**) pour stopper ses dommages.

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**). Ainsi, en 1986, l'Ontario décide de bannir l'utilisation de pesticides sur les forêts. Une telle initiative aurait pu avoir de graves impacts sur la forêt mais elle a plutôt incité la recherche sur le Bt et la production à grande échelle de trichogrammes contre la tordeuse de l'épinette (*Choristoneura* sp.) en créant un marché important (**U.S. CONGRESS, OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT, 1995**).

b. En Algérie

C'est en 1922 que les premières tentatives d'acclimatation et d'utilisation d'auxiliaires ont été faites en Algérie notamment 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**).

En 1925 une autre coccinelle *Pharoscyrnus ancharago* et un coléoptère Nitidulidae *Cybocephalus seminulum* ont été ramenés d'El Goléa vers Béchar pour lutter contre la cochenille blanche du palmier-dattier, *Parlatoria blanchardi*, qui causait des dégâts importants en palmeraies. Quelques mois plus tard les prédateurs introduits s'étaient bien maintenues. (**DOUMANDJI et al., 2014**).

Quelques années plus tard, en 1931, ce fût toujours une coccinelle *Cryptolaemus montrouzieri*, qui fût utilisée pour lutter contre la cochenille farineuse, *Pseudococcus citri* qui infestait les agrumes et de nombreuses plantes de serres. Ces trois coccinelles prédatrices ont été lâchées contre trois cochenilles redoutables s'attaquant aux agrumes et aux palmiers dattiers. (**DOUMANDJI et al., 2014**).

Ce n'est que plusieurs années plus tard, que des essais de lutte biologique ont été entrepris contre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera, Pyralidae) par l'utilisation de

l'ooparasitoïde ou parasitoïde embryonnaire *Trichogramma embryophagum* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) dans des vergers de Citrus en Mitidja en 1983 dans des palmeraies de Ouargla en 1986 (**DOUMANDJI et al., 2014**).

L'aleurode floconneux *Aleurothrixus floccosus* (Homoptera, Aleyrodidae) a été introduite accidentellement en Algérie plus exactement en Oranie en 1981 en provenance d'Espagne ou du Maroc. En 1986 elle s'est propagée jusqu'à Skikda et Annaba. Suite aux résultats satisfaisants obtenus avec l'utilisation du parasitoïde *Cales noacki* (Hymenoptera, Aphelinidae) dans plusieurs pays méditerranéens (**DOUMANDJI et al., 2014**).

2. Définition 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 peut être considérée, dans son sens le plus strict, comme « l'utilisation d'organismes vivants ou de leurs produits pour empêcher ou réduire les pertes ou dommages causés par des organismes nuisibles ». Ce concept fait également référence à toute modification de l'environnement, dans le respect des règles écologiques de stabilité et d'équilibre, qui conduisent au maintien des organismes nuisibles en dessous d'un seuil économique (**MAAMERI, 2013**).

Certains, et notamment les auteurs anglo-saxons, en donnant une définition plus large, en y incluant toutes les substances organiques qui ont un effet protecteur sur les plantes, qu'elles soient trouvées dans la nature ou synthétisées chimiquement (extraits végétaux, hormones, phéromones...) (**FILLINGER et al., 2016**).

3. Lutte biologique par les extraits des végétaux

3.1. Historique

L'usage des essences aromatiques remonte aux plus anciennes civilisations à quelques 5000 ans. Né en Inde, l'art de soigner par les huiles essentielles n'est développé en chine et tout particulièrement en Egypte, avant de gagner l'Occident plus tardivement via la médecine grecque et arabe.

Entre 2000 et 3000 ans avant notre ère, les égyptiens utilisaient les plantes aromatiques dans le domaine de la médecine (**ABRASSART, 1988**).

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.

Dans l'histoire moderne, les vertus thérapeutiques des huiles essentielles occupent une place de plus en plus importante. Aujourd'hui, nous reconnaissons que les huiles essentielles ont des effets pharmacologiques, psychologiques et physiologiques sur l'Homme (**GARNEAU, 2005**).

3.2. Définition

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**).

3.2.1. Huiles essentielles

I. Définition

Les huiles essentielles sont des substances odoriférantes volatiles complexes fabriquées par les plantes (**BEN SOULTANE et BAHRI, 2017**). Une huile essentielle est en général un mélange de substances naturelles volatiles obtenues par distillation avec la vapeur d'eau à partir de la biomasse végétale (**METALI et KERRAS, 2016**)

Ces essences peuvent être regroupées en cinq classes : les alcools, les esters, les aldéhydes, les cétones et les oxydes. Elles sont souvent colorées du jaune pâle au rouge foncé voir brun, en passant par le vert émeraude ou encore le bleu (**BACHELOT et al., 2005**).

Elles sont employées à diverses fins dont la médecine, la parfumerie, la cosmétique et la lutte contre les microorganismes (bactéries et champignons) et les insectes. La quantité d'extrait produite varie selon les espèces et la méthode d'extraction.

II. Composition chimique des huiles essentielles

La composition chimique des essences est complexe et peut varier selon l'organe, les facteurs climatiques, la nature du sol, les pratiques culturales et le mode d'extraction.

Les huiles essentielles sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent en général dans des cellules glandulaires spécialisées, situées en surface de la cellule et recouvertes d'une cuticule. Ensuite, elles sont stockées dans des cellules dites cellules à huiles essentielles, dans des poils sécréteurs, dans des poches sécrétrices ou dans des canaux sécréteurs (**BRUNETON, 1999**). Elles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux : les fleurs, les feuilles, les racines, les rhizomes, les fruits, le bois et/ou les graines (**BRUNETON, 1993**).

Les HEs sont un mélange de constituants qui appartiennent à trois catégories de composés terpéniques, aromatiques et diverses.

3.2.2. Les Extraits aqueux

I. Définition

Tout comme les HE, des travaux de recherches scientifiques attestent par leurs résultats que les extraits de plantes ont des propriétés intéressantes contre les microorganismes (**SURESH et al., 1997**), ont montré que l'extrait des feuilles vertes de neem réduit l'infection due à *Puccinia arachidis* Speg. De même, (**SOMDA et al., 2003**), attestent que les extraits aqueux

de *Portulaca oleracea* L. à 30% réduisent la croissance radiale de *Bipolaris maydis* (Nisikado et Miyake) Shoem Dans le même ordre d'idées, (**BONZI ,2005**), révèle que les extraits de feuilles fraîches de *Cassia occidentalis* L. concentrés à 50, 75 et 100% sont efficaces contre *B. maydis*, *Fusarium equiseti* (Corda) Sace., *Curvularia* sp. Et *Phoma sorghina* (Sace.) en traitement de semence de maïs.

3.3. Utilisation des plantes en protection des végétaux

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

3.4. Activités biologiques des extraits

Les huiles essentielles, par la diversité des constituants qui les composent, sont des substances très actives (**HILAN et al., 2006**). Leur activité biologique dépend des caractéristiques qualitatives et quantitatives de leurs composants qui sont à leur tour influencés par le génotype de la plante, le chémotype de l'huile essentielle ainsi que l'organe et la méthode d'extraction, la saison, l'origine géographique de la plante et ses conditions bioclimatiques et agronomiques (**SHIRZAD et al., 2011**).

Les huiles essentielles ont un spectre d'action très large puisqu'elles inhibent aussi bien la croissance des bactéries que celles des moisissures et des levures. Leur activité

antimicrobienne est principalement fonction de leur composition chimique, et en particulier de la nature de leurs composés volatils majeurs.

3.5. Avantages et importance économique de la 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 en végétation.

L'emploi des extraits de plantes comporte des avantages certains. Avec l'augmentation des prix des produits chimiques et la rareté de ces produits sur les marchés locaux, les produits biodégradables provenant de plantes constituent une bonne alternative qui permet aux producteurs de pouvoir assurer la protection de leurs semences à un coût relativement faible (BOUDA *et al.*, 2001). La réduction de l'emploi des pesticides chimiques due à l'utilisation des extraits de plantes contribue énormément à la réduction de la pollution de l'environnement et cela permet également d'améliorer la santé publique des populations. L'emploi des extraits des plantes dans la lutte contre les champignons est prometteur compte tenu de leur efficacité et de leur innocuité sur l'environnement (WEAVER *et* SUBRAMANYAM, 2000).

II-Les plantes utilisées

1- Généralités sur la menthe verte (*Mentha spicata*)

a. Origine et distribution de la plante

La menthe verte (*Mentha spicata*) est une espèce de menthe originaire d'Afrique du Nord, d'Egypte et du Maroc. C'est une espèce envahissante dans la région des Grands Lacs où elle a été observée pour la première fois en 1843 (BALLA *et al.*, 2017). Elle s'agit d'un hybride issu de *Mentha longifolia* et *Mentha Suaveolens*, elle est cultivée aujourd'hui dans les pays de nord d'Afrique, ainsi qu'en Angleterre, USA, et en Hollande (ANTON, 2005).

b. Position systématique

La situation botanique de l'espèce *M. spicata* est donnée ci-dessous (QUÉZEL *et* SANTA., 1963).

Règne :	Plantae
Embranchement :	Spermaphytes

Ordre :	Lamiales
Famille :	Lamiaceae
Genre :	<i>Mentha</i>
Espèce :	<i>Mentha spicata</i> L.

c. Description botanique

Mentha spicata, menthe verte ou encore la menthe douce, est une plante herbacée vivace, pérenne avec une forte odeur aromatique. L'huile de *M. spicata* est riche en Carvone et présente une odeur caractéristique de menthe verte (JIROVETZ et al., 2002). Elle est de moins d'un mètre de hauteur, à tige rameuse quadrangulaire droite, glabre, de couleur pourpre, munie de feuilles opposées persistantes (AIT-OUAHIOUNE., 2005), fortement dentées en scie, ne comportent pas de poils et généralement de couleur vert sombre sur les deux côtés. Les feuilles sont lancéolées de 3 à 5 cm de long et de 1 à 2 cm de large presque sessiles, de couleur vert sombre (GROSJEAN., 1990). Les fleurs, situées à l'aisselle des feuilles supérieures, sont habituellement petites, opposées, rosées ou lilas, groupées en épis terminaux étroits, allongés et aigus, fleurissant dans le mois juillet à octobre. Ses stolons sont souterrains (AIT OUAHIOUNE., 2005 ; DUPONT., 2012).



Figure 15: *Mentha spicata* (Menthe verte) (Douay., 2009)

d.Composition chimique

Les huiles essentielles extraites de *Mentha spicata*, distribuées dans le monde entier, ont été caractérisées par le chémotype couple carvone/limonène, le 1,8-cinéole, menthone, oxyde de pipérénone, cis-carvéol, pipéritone, pulégone, trans- β -caryophyllène, et l' α -Humulène. Ses composés ont été signalés comme étant les principaux composants des huiles essentielles de

Mentha spicata avec des pourcentages qui varient en fonction de plusieurs facteurs (CHAUHAN *et al.*, 2011).

d.1. Propriétés physiques et chimiques de l'huile essentielle de la menthe verte (*Mentha spicata*)

On trouve l'huile essentielle de menthe verte sous le terme de menthe crépue dans la 10^e édition de la Pharmacopée Française : « L'huile essentielle de menthe crépue (appelée également « spearmint oil ») est obtenue par entraînement à la vapeur d'eau des parties aériennes récemment cueillies de *Mentha spicata* L. ». C'est un liquide jaune pâle ou jaune verdâtre quand elle a été récemment distillée ; elle devient plus foncée et visqueuse avec la conservation. L'odeur caractéristique correspond à celle des feuilles.

d.1.1. Propriétés physiques

Densité : 0,917 à 0,937

Indice de réfraction : 1,484 à 1,491

Angle de rotation optique : -60° à -47°

Solubilité : elle est soluble à 20°C dans une partie d'alcool à 80°C. La solution devient opalescente par dilution avec de l'alcool à 80°C

2. *Ruta graveolens*

2.1 Généralité

La famille des *Rutaceae* est constituée d'environ 700 espèces spontanées, présentes dans les régions tempérées et chaudes. Il existe une soixantaine d'espèces dans le genre *Ruta* dont certaines se trouvent sur le pourtour méditerranéen : *Ruta angustifolia* Pers. ; *Ruta chalepensis* L. ; *Ruta montana* L. ; *Ruta corsica* DC3 et *Ruta graveolens* L (HAMMICHE ET AZZOUZ, 2013).

Ruta graveolens L. est une plante vivace ornementale, d'origine méditerranéenne. Elle est présente dans les lieux secs et rocailleux. Elle est utilisée depuis longtemps pour des usages thérapeutiques et culinaires ; en tant qu'épice (PLINE, 1999).

MIOULANE (2004) mentionne qu'il s'agit d'un sous-arbrisseau très ramifié. Les fleurs et le feuillage aromatiques sont le principal attrait de cette plante. *Ruta graveolens* ; *graveolens* vient du latin « gravis » qui signifie fort et du verbe « olere » qui veut dire sentir, donc odeur forte et désagréable (DOERPER, 2008).

Noms vernaculaire : le plus connue en Algérie fidjlet el djbel ou Fidjela

Nom commun : rue-officinale, rue-puante, rue fétide, et également rue des jardins (LE MOINE, 2001). Ainsi, cette espèce est appelée vulgairement Fidjen (ABDULBASSET ET *al.*, 2008).

2.2 Description morphologique

Selon (DEORPER, 2008 ; MERGHACHE ET *al.*, 2009 ; ATTOU, 2011 ; HAZZIT ET *al.*, 2015 ; SHARIFI ET *al.*, 2019 ; EMAN ET AL., 2020) :

- *Ruta graveolens* L. est une espèce herbacée, c'est une plante méditerranéenne semi arbustive, d'un mètre de haut environ, très ramifiée et ligneuse à la base.

- Ses feuilles d'un vert terne, semi persistantes, sont alternes, pennatiséquées (souvent trilobées) et de consistance un peu charnue. La floraison s'étend de mai à août. Ses fleurs, regroupées en corymbe, sont composées de 4 à 5 pétales jaunes verdâtres soudés à la base, du même nombre de sépales et de 8-10 étamines. La plante est hermaphrodite et entomogame.

- Les fruits sont des capsules déhiscentes libérant à maturité de petites graines noirâtres.



Figure 16 : *Ruta graveolens* L. (HAMMICHE ET AZZOUZ, 2013).

2.3 Systématique botanique

Selon BONNIER (1999) et WIART (2006), La classification botanique est :

Règne : Plantae

Sous règne : Tracheobionta

Super division : Spermatophyta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous classe : Rosidae

Ordre : Sapindales

Famille : Rutaceae

Genre : Ruta

Espèce : *Ruta graveolens* L

2.4 Composition chimique

Fidjela renferme de nombreux composés appartenant à différentes classes chimiques : alcaloïdes, coumarines, flavonoïdes et une huile essentielle. Les chercheurs ont pu identifier dans *Ruta graveolens* L. plus de 100 composés. La nature et les teneurs de ces composés sont très variables selon l'espèce, le stade de développement et la distribution géographique.

a. Huile essentielle

L'huile essentielle de la Fidjela, présente principalement dans les parties aériennes, représente 0,1 à 0,7 % de matière sèche (MS). Elle renferme, selon le cas, jusqu'à 90 constituants dont les principaux sont des cétones aliphatiques (DE FEO ET *al.*, 2002 ; HAMMICHE ET AZZOUZ, 2013).

b. Coumarines

Les espèces du genre *Ruta* renferment 0,4 à 1,7 % (MS) de furcoumarines. Dans *Ruta graveolens*, les teneurs sont maximales dans les péricarpes au moment de la fructification (jusqu'à 1,5 % de matière sèche). Les feuilles renferment 0,36 % de MS et les tiges 0,2 % de MS (MILESI ET *al.*, 2001 ; HAMMICHE ET AZZOUZ, 2013).

c. Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont les composés polyphénoliques les plus abondants contenus dans les végétaux. (STOCLET ET SCHINI-KERTH, 2011 ; MOKHTAR, 2015).

Parmi les glycosides isolés, la rutine, ou rutoside, est un flavonoïde naturel de type flavonol ; c'est un rhamnoglucoside du quercétol, relativement fréquent dans la nature, qui a été extrait, pour la première fois, de *Ruta graveolens* où sa teneur est de 1 à 5 % (**EILERT, 1994 ; HAMMICHE ET AZZOUZ, 2013**). Les feuilles sont riches en gossypétine, kaempférol et isorhamnétine.

d. Alcaloïdes

L'alcaloïde est un composé organique hétérocyclique d'origine naturelle (le plus souvent végétale), azoté, plus ou moins basique, de distribution restreinte et doué, à faible dose, de propriétés pharmacologiques marquées (**BRUNETON, 1999**).

Les quinoléines sont généralement de distribution restreinte et centrée sur la famille des Rutaceae. Les teneurs en alcaloïdes sont estimées de 0,4 à 1,4 % des constituants de *Ruta graveolens* (**HAMMICHE ET AZZOUZ, 2013**).



Deuxième Partie: Etude Expérimentale

Chapitre 01: Matériel et méthodes



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 symptômes de ces maladies. Ces échantillons ont été collectés à différents endroits de la région d'El OUED en 2023. Le deuxième objectif de cette étude est d'essayer de faire la lumière sur l'activité antifongique des extraits de deux plantes (*Mentha spicata*, *Ruta graveolens* L), qui seront utilisées comme substances naturelles alternatives des produits chimiques utilisées dans le 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 (Bas- Sahara), 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.

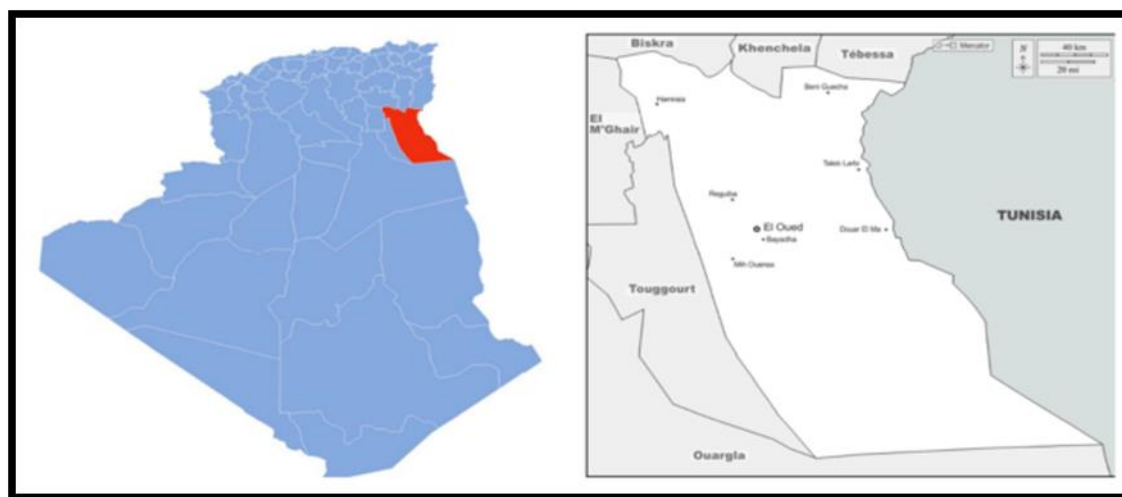


Figure 17 : Situation géographique de la zone d'étude (extension de l'Erg Oriental au sud).

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).

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.17).

2.2. Contexte écologique de la région d'étude

2.2.1. Facteurs abiotiques

a) Relief

Le relief 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).

Dans le 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 présente 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 présent 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)**

La zone de production de cette nappe se situe entre 200 et 500 m, le débit moyen d'un 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 de la nappe 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

Généralement le sol de la région du Souf est retard. La couche superficielle est constituée d'un sol sablonneux très profond et ne forme pas de couches rocheuses. D'autre part, ces sols se caractérisent par une faible teneur en matière organique, une grande structure particulière perméable et une texture sableuse. Le Souf sable se compose de silex, de gypse, de calcaire et parfois d'argile (**VOISIN, 2004**).

d) Climat

Le climat dans la région du Souf est de type sec, avec des étés chauds, et des hivers doux. Les principales contraintes climatiques demeurent : la fréquence des vents violents, comme la grêle et les tempêtes de sable (**D.P.A.T. 2005**). Les données relatives aux 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 dont il faut tenir compte pour la caractérisation d'une région 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 05 : Températures moyennes mensuelles (2011-2022) (TUTIEMPO, 2022)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
T(C°)	11.32	12.86	17.63	23.52	26.28	32.3	34.26	33.85	31.19	32.78	17.2	12.67

❖ Précipitation

Les précipitations sont très rares et irrégulières (irrégularité mensuelle et annuelle), 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 06 : Précipitations moyennes mensuelles (2011-2022) (TUTTEMPO, 2022).

Mois	Jan	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 contenue dans un mètre cube d'air en grammes. L'humidité est mesurée au moyen de l'hygromètre (ONM, 2022).

Tableau 07 : Humidités moyennes mensuelles (2011-2022) (TUTTEMPO, 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	50.1	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, Nord-Est prévaloir, puis à un degré moindre Ouest et Sud-Ouest, caractérisée par des températures très élevées (Sirocco).

Tableau 08 : Vitesses moyennes des vents mensuelles (2011-2022) (TUTIEMPO, 2022).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Vitesse (Km/h)	18.3	20.21	26.32	28.61	25.74	23.92	23.3	23.8	20.41	17.5	17.46	17.05

e) Synthèse climatique

❖ Diagramme ombrothermique de Bagnauls et Gaussen

Le diagramme ombrothermique donne de déterminer ou de mettre en évidence la période sèche et la période pluvieuse pour une région donnée. Il met en rapport les températures et les précipitations moyennes mensuelles, avec $P \geq 2T$.

Le diagramme ombrothermique de Gaussen (Fig.18) montre que la sécheresse est permanente durant toute l'année à cause des faibles précipitations et des températures élevées.

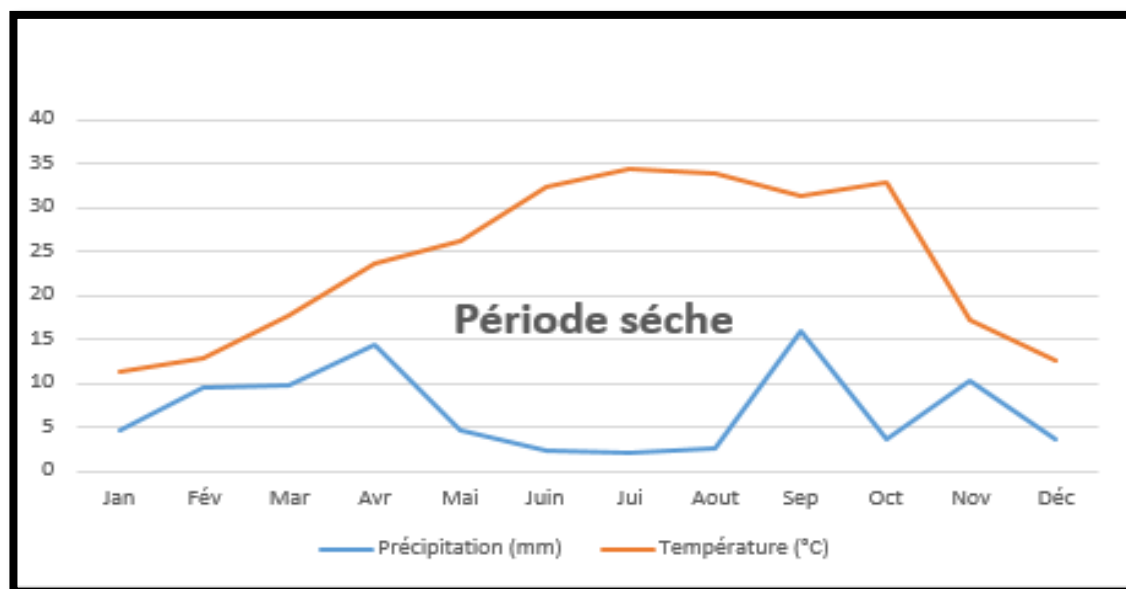


Figure 18 : Diagramme ombrothermique de "Bagnauls et Gaussen" de la région du Souf (2011-2022).

❖ Climagramme d'Emberger

Le quotient des précipitations d'Emberger permet de distinguer les différents phases climatiques méditerranéens (humide, subhumide, semi-aride, aride et saharien) et les variations de chaque étage (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 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 :

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

✚ 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 de la région du Souf calculé sur une période de 12 ans allant de 2011 jusqu'à 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.

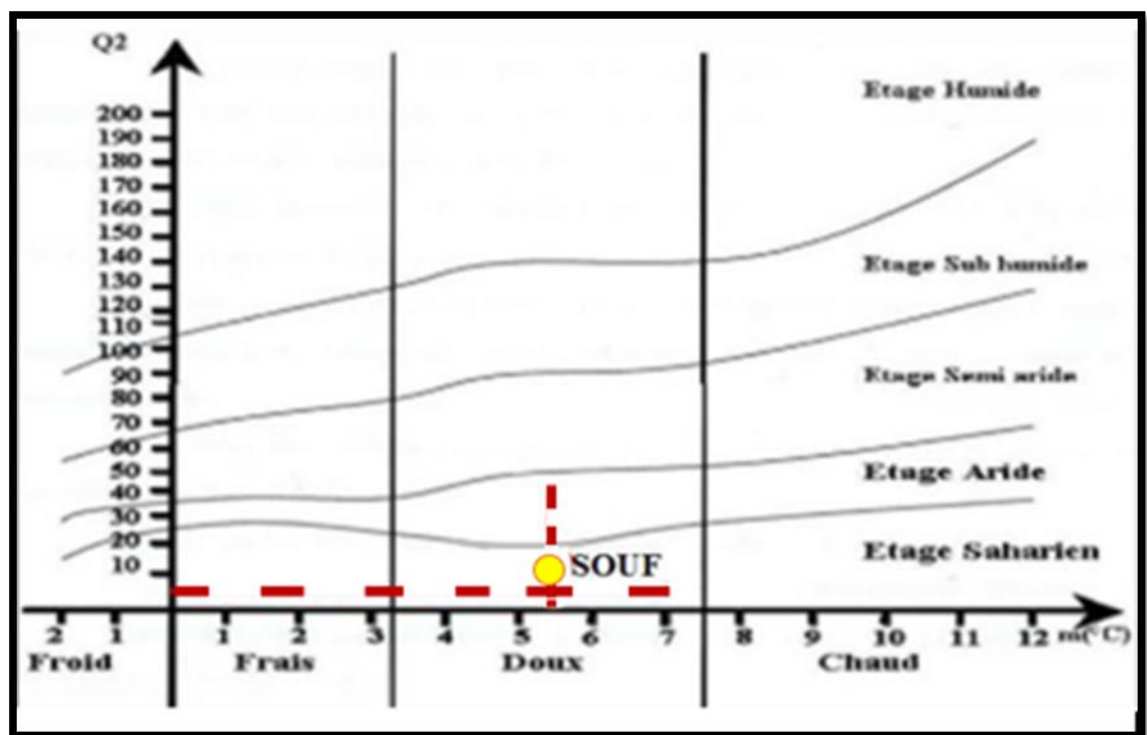


Figure 19 : Localisation de l'étage bioclimatique de Souf sur le climagramme d'Emberger.

2.2.2. Facteurs biotiques

a) Flore et végétation

La végétation à un rôle important dans la protection du sol, elle fait une protection mécanique directe sur l'écoulement pluvial en diminuant la force vive des eaux et en favorisant leur infiltration (**RAMADE 1984**).

D'après **OZENDA (2004)**, La flore sahariennes emble très pauvre quand on compare le petit nombre d'espèces vivant dans ce vaste désert. La flore du nord du désert est relativement homogène. L'endémisme y est élevé, car les vastes espaces impropres à la vie (**QUEZEL, 1963**).

La flore de la région n'est pas très diversifiée, mais elle est représentée notamment par les espèces à affinités xérophiles et halophiles, par exemple : *Stipagrostis pungens*, *Tamarix articulata*, *Salsola foetida*, *Lymoniastrum guyoninaum*, *Atriplex halimus* et *Phragmites communis* (**CHEHMA, 2006**).

b) Richesse faunistique

Dans la zone, 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 région d'étude abrite également une importante diversité d'oiseaux, représentée sur le plan qualitatif principal par : le *Canard colvert*, le *Canard siffleur*, le *Canard souchet*, le *Canard pilet*, le *Tadorne casarca*, la *Sarcelle marbrée*, et sur le plan quantitatif par le Flamant rose (**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 des possibilités économiques, de la vocation agricole, commerciale et artisanale. Si nous voyons successivement les principales activités, nous donnons un aperçu général sur l'économie du Souf.

❖ Agriculture

La principale activité de la région pour l'homme du Souf c'est l'agriculture comme culture dominante, la Pomme de terre, le tabac (Guémar), le palmier dattier dans les Ghouts ou en surface.

Les Sahara Ghosts fonctionnent comme un agro- système, reposant sur la trilogie eau/habitat/palmeraie pour leur apporter l'eau, les soufis s'imaginaient y aller, d'excaver suffisamment le sable pour que l'épaisseur restante soit 2m, puis planter des palmiers dans le sol, pour qu'ils extraient l'eau et l'eau avec leurs racines, c'est le principe de la culture Bour (en sec), on n'importe pas d'eau d'irrigation mais les palmiers va chercher lui-même ce dont il a besoin.

Le Souf est le premier fournisseur de marché national en pomme de terre jusqu'à 40% (**MADR, 2015**). En quinze ans (1999-2015), la production de légumes se multiplie par

98 fois, ce qui est faramineuse (**DSA, 2015**). L'introduction de ces cultures irriguées dans ces régions a transformé les terres désertiques en un nouvel Eldorado agricole.

❖ Artisanat

El Oued à toujours était un centre artisanal, en particulier pour les objets liés à la technologie agricole ancienne. On note les activités artisanales, il s'agit des tailleurs, les tapisseries, les maçons, les cordonniers, les menuisiers, les bijoutiers, les forgerons.

❖ Commerce

Grâce à la position géographique entre trois pays (Algérie, Tunisie, Libye), la région du Souf a acquis une position stratégique exceptionnelle, on peut dire que la ville d'El- Oued est un centre très actif d'échanges commerciaux, ainsi elle constitue le centre d'achat de toute la région du Souf d' où l'importance de son marché (**O.N.S 2004**).

3. Méthodologique

3.1. Matériels utilisés

3.1.1. Appareils

Au laboratoire, le matériel utilisé pour le présent travail comporte un matériel biologique constitué par les végétales et les champignons ainsi qu'un matériel non biologique comprenant la verrerie, les équipements, les appareils (**Annexe 01**).

3.1.2. Matériel végétal

Les extraits végétaux sont obtenus à partir de deux plantes locale récoltées à différentes localités d'Algérie , ces plantes sont : *Ruta graveolens* L, *Mentha spicata* (**Tableau n°09**).

Tableau 09: Les extraits végétaux à partir de deux plantes locale ces plantes sont : *Ruta graveolens* L, *Mentha spicata*

Espèce	Etat frais	Etat sec	Partie utilisée	Site de Collecte	Date de Collecte
<i>Mentha spicata</i>			Les feuilles	wilaya d'El Oued (commune Bayada)	Moie de février 2023
<i>Ruta graveoles</i>			Les feuilles, les rameaux	wilaya de Guelma (commune Guelma)	Mois d'avril 2022

3.2. Méthodologie du travail

3.2.1. Procédé d'extraction

a) Séchage de plante

Les espèces soigneusement déracinées, séchées 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 était 10 à 15 jours pour les deux plantes (*Mentha spicata*, *Ruta graveolens* L). Conservée au laboratoire dans des sachets, propres, jusqu'à l'utilisation.

b) Extraction des huiles essentielles

L'huile essentielle utilisée est extraite d'une espèce *Mentha spicata*. L'étude 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 ballon d'une capacité de 1 litre, on introduit 25 g de matière végétale de *Mentha spicata* découpée. Puis, on ajoute 300 ml d'eau distillé. Ensuite, on adapte le ballon à l'appareil de condensation et on alimente le réfrigérant en eau. Ainsi, le ballon et son contenu sont mis sur un chauffe-ballon pendant 3 heures.

Le milieu réactionnel constitué par la matière végétale et l'eau distillée est porté à l'ébullition grâce à un chauffe-ballon. Une fois, l'ébullition s'effectue les cellules éclatent et se commencent à dégager leurs contenus en huiles essentielles, qui par la suite transportent avec la vapeur d'eau jusqu'à le réfrigérant, et après la condensation dans ce dernier l'huile se rassemble dans une ampoule à décantation (**Fig.20**).

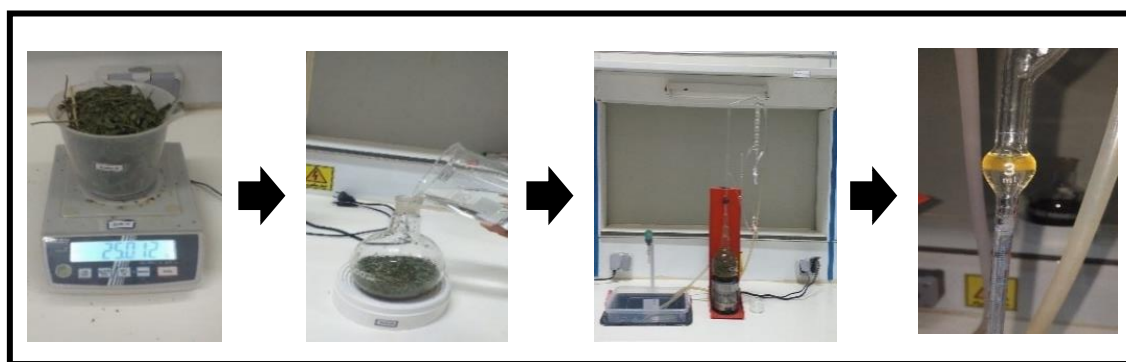


Figure20 : Extraction d'huile essentielle de *Mentha spicata*- Appareil Clevenger.

(Originale, 2023).

c) Détermination du rendement d'extraction

❖ Rendement d'huile essentielle de *Mentha spicata*

Selon **YAHYAOU** (2005), Le rendement est le rapport entre le poids d'extract et le poids du matériel végétal sec utilisé. Exprimé en pourcentage (%) est calculé par la formule suivante:

$$\text{Rendement \%} = (w1 / w2) \times 100$$

- W 1 : Poids d'extract en g
- W 2 : Poids du matériel végétal sec en g

❖ Rendement d'extract aqueux

Le rendement de l'extract brut est définit comme étant le rapport entre la masse de l'extract sec obtenue et la masse du matériel végétal traité. Ce rendement est calculé via l'équation : **Re = (Me/Mv) x 100.**

Re %: Rendement en %.

- Me : Masse de l'extrait après l'évaporation du solvant.
- Mv : Masse de la matière végétale utilisée pour l'extraction (HARBORNE, 1998).

d) Conservation de extrait

La conservation des extraits exige certaines précautions indispensables. C'est pour cela nous les avons conservés à une température 4°C, dans un tube en verre brun fermé hermétiquement et protégé avec du papier aluminium pour les préserver de l'air et de la lumière(Fig.21).



Figure 21 : Conservation d'extrait (Originale, 2023).

e) Préparation d'extraits aqueux**a. Extrait aqueux de *Mentha spicata***

Nous pesons 50 g de *Mentha spicata*, puis l'écrasons et le mettons dans une bécher de 1000 ml, y ajoutons 500 ml d'eau distillée, le recouvrons de papier d'aluminium et le mettons sur le mélangeur magnétique pendant 6 heures, ensuite nous le filtrons.

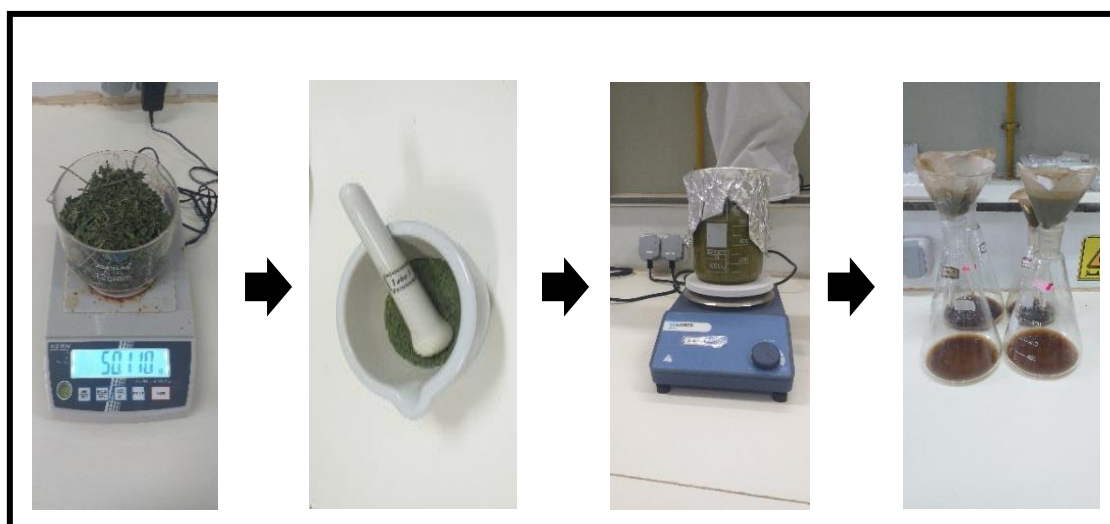


Figure 22 : Préparation de l'extrait aqueux de *Mentha spicata* (Originale, 2023).

Après avoir filtré la solution sur du papier filtre Whatman, filtré la solution et transféré la solution concentrée à 200 ml par dans un récipient en verre et placé dans un four de séchage une température ne dépassant pas 60 ° C pendant 24heures. Dissolution de l'extrait obtenu des réalisées été devenu 1g matière sèche par 2.5ml eau distillée.

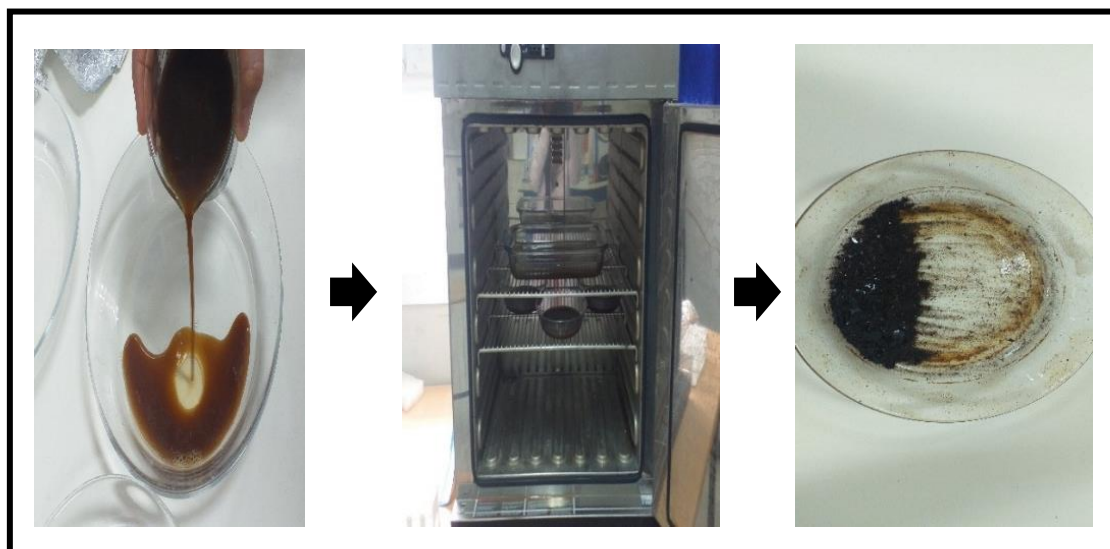


Figure 23 : Préparation de la matière sèche de *Mentha spicata* (Originale, 2023).

b. Extrait aqueux de *Ruta graveolens* L

Là où nous suivons la même méthode de préparation précédente, seulement cette fois nous utilisons de *Ruta graveolens* L.

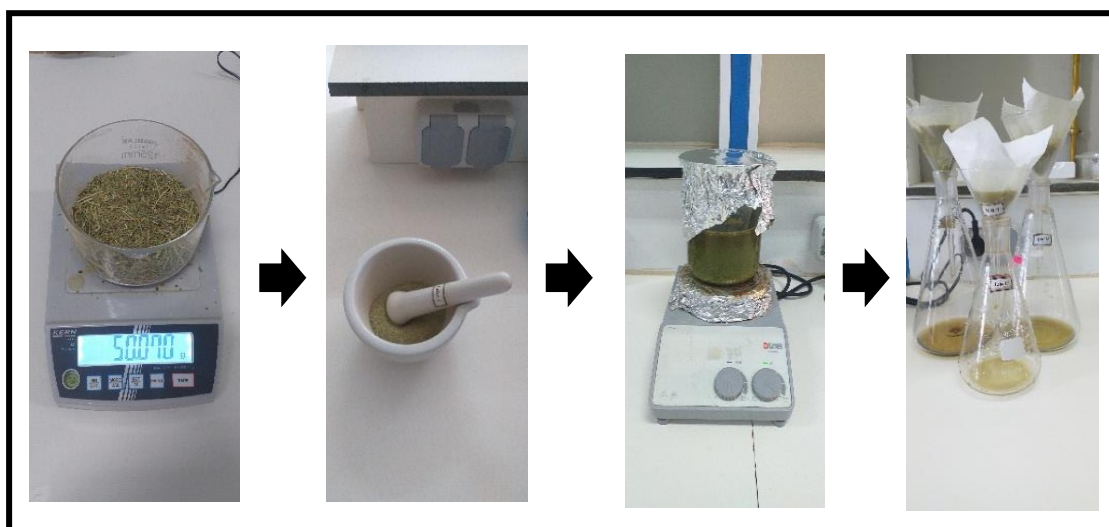


Figure 24 : Préparation de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* L (Originale, 2023).

Après avoir filtré la solution sur du papier filtre Whatman, filtré la solution et transféré la solution concentrée à 200 ml par dans un récipient en verre et placé dans un four de séchage

une température ne dépassant pas 60 ° C pendant 24heures. Dissolution de l'extrait obtenu des réalisées été devenu 1g matière sèche par 2.5ml eau distillée.

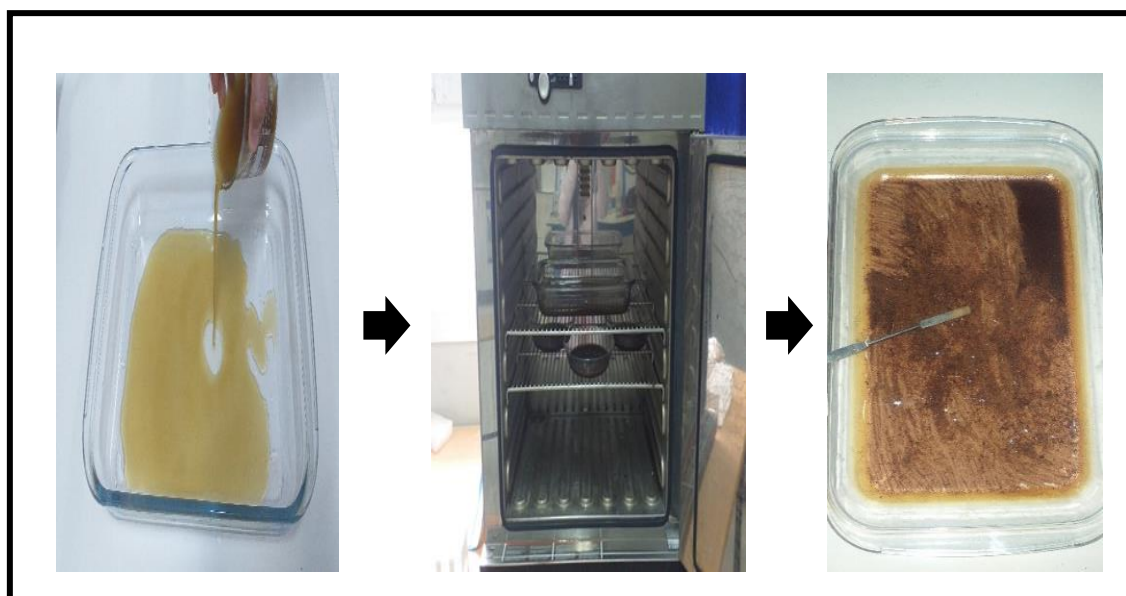


Figure 25: Préparation de la matière sèche de *Ruta graveolens* L (Originale, 2023).

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.26**). 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 avril 2023 (mi-avril) à 10 heures du matin. Ces organes ont ensuite été placés dans des sacs en papier propres puis conservés à 4 °C.

Figure 26 : Localisation des différents sites d'échantillonnage (GOOGLE EARTH, 2023).



Figure 27 : Ogranes de pomme de terre infectés (Originale, 2023).

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

La méthode de l'isolement s'effectue selon le protocole décrit en (ZHU *et al.*, 2001). Nous avons désinfecté des feuilles avec de l'eau de javel diluée pendant 5 minutes, puis suivi de plusieurs lavages avec de l'eau distillée stérile ensuite Séchées pendant 2 minutes. Ces feuilles sont déposées sous fragments de pommes de terre entières avec des pinces stériles dans des boîtes stériles à l'approche de bec benzène. Après 4 jours d'incubation dans une étuve à 19,5 C°, nous avons prélevé les échantillons.

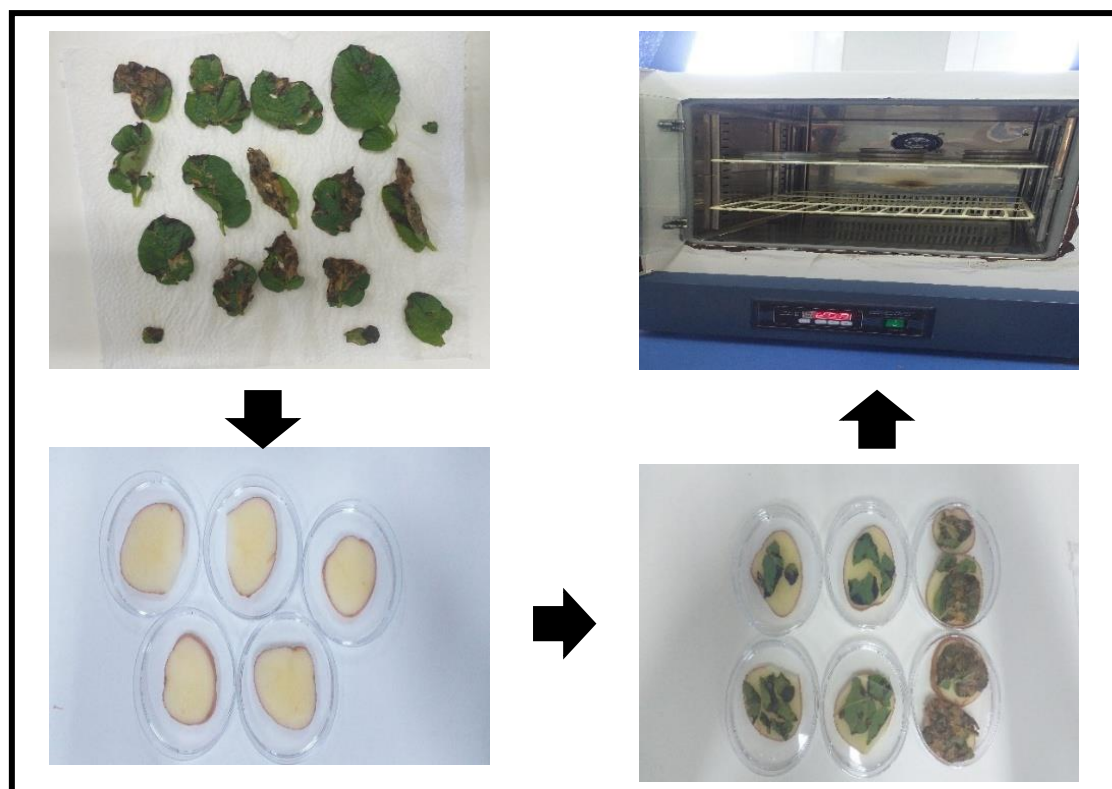


Figure 28 : Isolement des champignons (Originale, 2023).

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 et x100).

Après le prélèvement de 36 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 solani* est la plus répandue dans tous les sites étudiés.

D) Isolement des champignons sur le milieu de culture de gélose sabouraud

L'isolement se fait sur le milieu de culture de gélose sabouraud, contenant des antibiotiques (Gentamicine) pour prévenir le développement de certaines bactéries et champignons. 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.

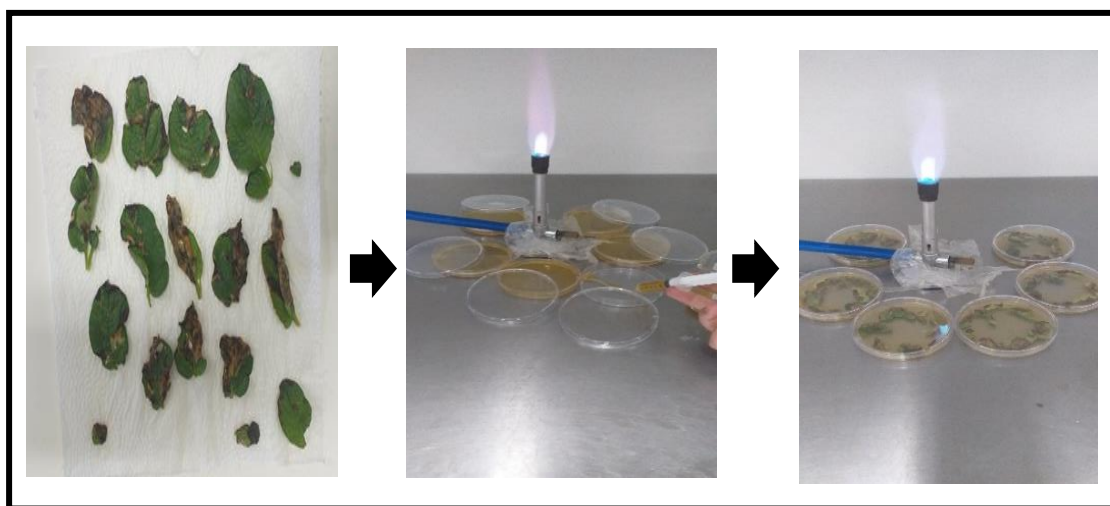


Figure 29 : Méthode d'isolement sur le milieu de culture de gélose sabouraud (Originale, 2023).

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 gélose sabouraud. 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

❖ Etude des caractères macroscopiques

Les caractères morphologiques et culturels sont déterminés après l'inoculation de souches pures dans un milieu fixe spécifique de gélose sabouraud. 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 de la colonie.

❖ Etude des caractères microscopiques

Elle 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
- ✓ agencement des conidiophores et conidies

F) Etude de l'activité antifongique des extraits des plantes

Après avoir vérifié tous les échantillons et sachant que les champignons *Alternaria solani* sont les plus visibles dans la zone étudiée, nous avons décidé de tester l'activité antifongique par les extraits des végétaux sur cette espèce.

Les bio-essais sont effectués au laboratoire d'analyses médicales et microbiologiques El-Mordjane dans la région d'EL-Oued.

Pour réaliser cette étude on a fait appel à un protocole bien précis dont ses étapes et son cheminement est présenté dans la figure suivante :

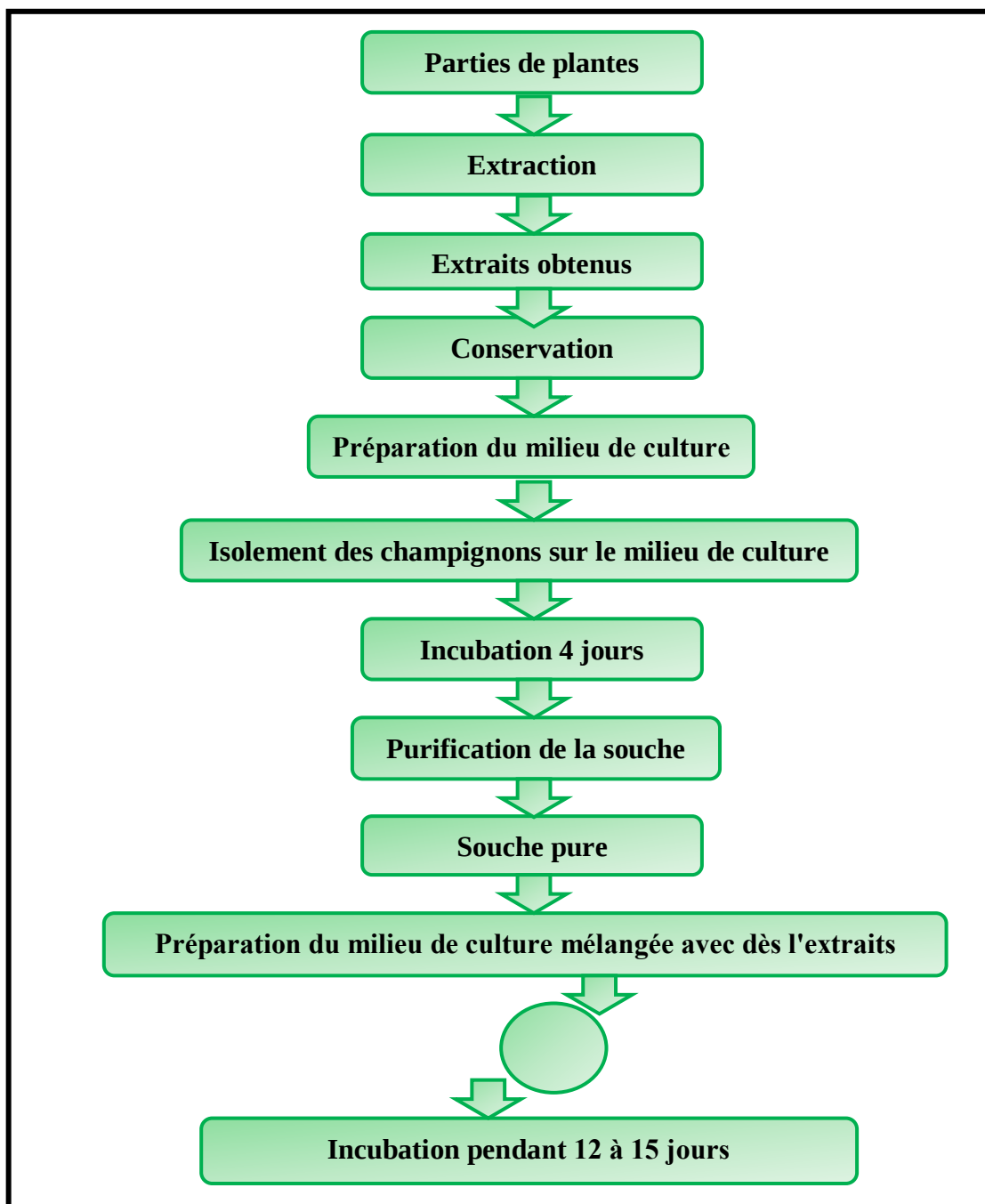


Figure 30 : Schéma de protocole expérimental de l'évaluation de l'activité anti fongique des plantes (*Mentha spicata*, *Ruta graveolens* L.).

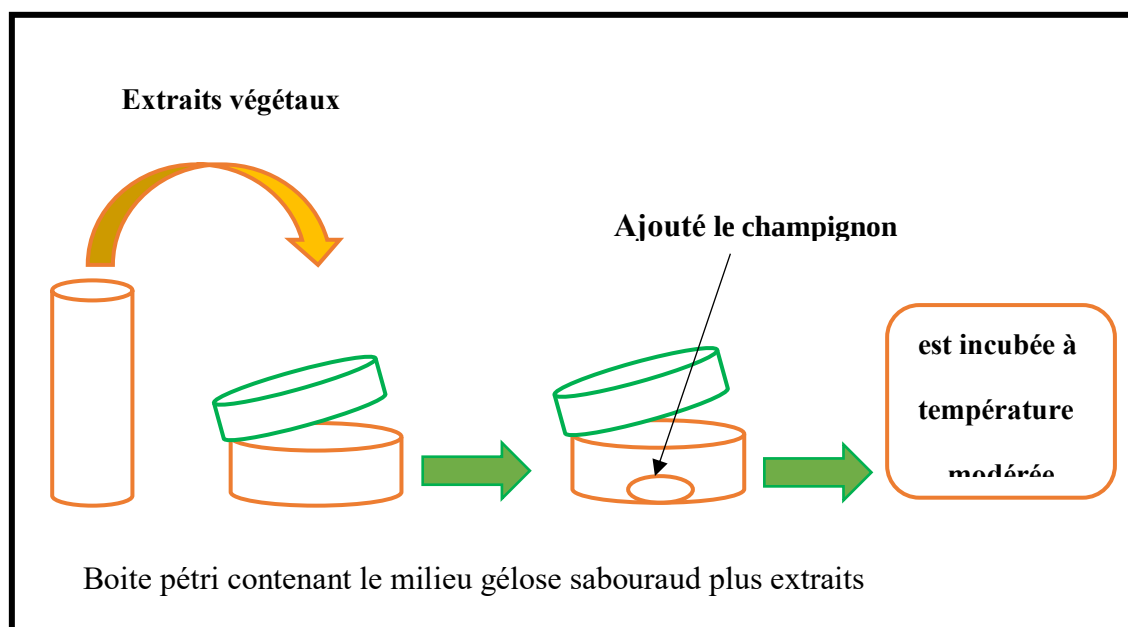


Figure 31 : Méthode de contact direct.

❖ Préparation des milieux de culture avec les extraits végétaux obtenus

Cette étape consiste à liquéfier le milieu gélose sabouraud. Puis mélanger chaque concentrations des extraits des plantes avec 15 ml de milieu gélose sabouraud dans des tubes à essai. Enfin on coule aseptiquement les milieux en surfusion dans des boites de Pétri, chaque mélange a été réalisé à travers trois répétitions, considérées comme traitement. Ainsi, des boites témoins ont été mises à notre disposition.

Tableau 10: Les doses utilisées.

Extractions végétales	Doses utilisées
L'huile essentielle de <i>Mentha spicata</i>	20 µl
	40 µl
	60 µl
	80 µl
L'extrait aqueux de <i>Mentha spicata</i>	50 µl
	100 µl
	150 µl
	200 µl
L'extrait aqueux de <i>Ruta graveolens</i> L	50 µl
	100 µl
	150 µl
	200 µl

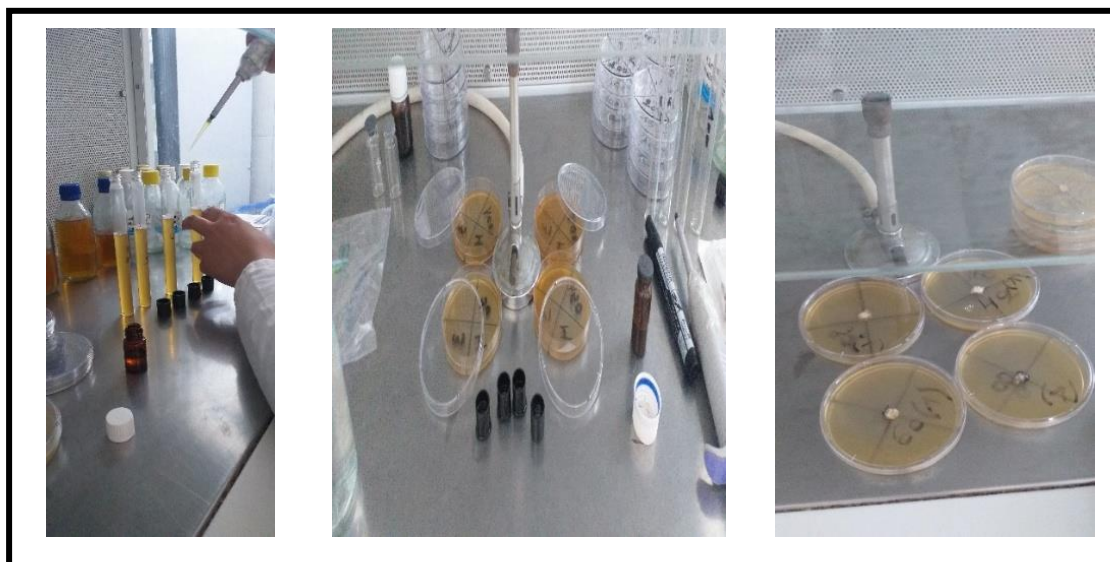


Figure 32 : Boîtes de traitement (Originale, 2023).

❖ **Préparation des disques mycéliens**

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

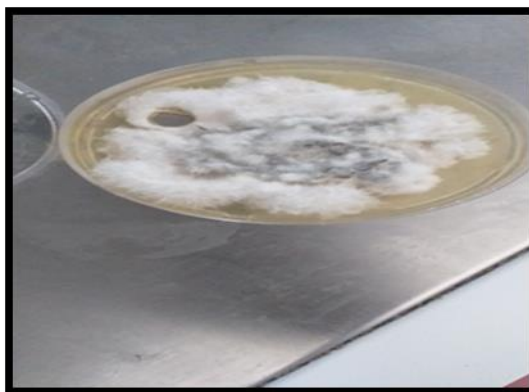


Figure 33 : Boîte de pétri des disques mycéliens préparés (Originale, 2023).

❖ **Dépôt des disques dans les boîte de Pétri contenant milieu gélose sabouraud et les extraits testés**

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 Pétri. Enfin, les boîtes de Pétri sont scellées et laissées diffuser sur la pailleasse.

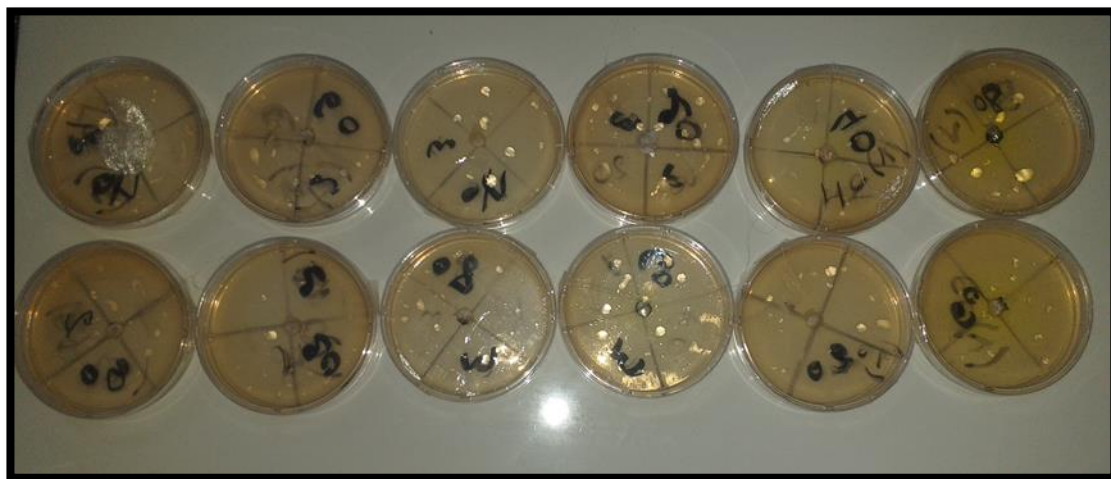


Figure 34 : Test antifongique (Originale, 2023).

❖ 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 des extraits

L'effet antifongique d'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 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 de Très actif lorsqu'il possède une inhibition comprise entre 75% et 100 %, la souche fongique est dite sensible. Il est actif lorsqu'il possède une inhibition comprise entre 50 % et 75%, la souche fongique est dite sensible. Il est considéré moyennement actif lorsqu'il possède une inhibition comprise entre 25% et 50%, la souche fongique est dite limite.

Dans le dernier il est peu ou pas actif lorsqu'il possède une inhibition comprise entre 0% et 25%, la souche fongique est dite peu 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

Chapitre 02 : Résultats et discussion



I. Résultats

1. Caractéristiques organoleptiques des extraits obtenus

Tableau 11 : Caractéristiques organoleptiques des extraits obtenus.

Extraits Obtenus	Origine d'extrait	Organe	Couleur	Odeur	Aspect	dissolution
L'huile essentielle	<i>Mentha spicata</i>	Feuille	Jaune	Fraiche methanolée	Liquide, mobile	/
L'extrait aqueux	<i>Ruta graveolens</i> L	Les feuilles, les rameaux	Brun foncé	Forte odeur	Solide	Eau distillée
	<i>Mentha spicata</i>	Feuille	Brun foncé	Forte odeur	Solide	Eau distillée

2. Calcul des rendements d'extraction

❖ Rendement d'huile essentielle de *Mentha spicata*.

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

Poids du matériel végétal (g)	Poids d'extrait (g)	Rendement (%)
150	1.8	1.2

❖ Rendements d'extraits aqueux

Le rendement exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante (HARBORNE, 1998) :

➤ Rendement d'extrait aqueux de *Mentha spicata*

Poids du matériel végétal (g)	Poids d'extrait (g)	Rendement (%)
41	11.757	28.68

➤ Rendement d'extrait aqueux de *Ruta graveolens* L

Poids du matériel végétal (g)	Poids d'extrait (g)	Rendement (%)
65	23.718	36.49

3. Identification des isolats fongiques de la maladie de l'Alternariose

Après le prélèvement de 36 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 solani* est la plus répandue dans tous les sites étudiés.

3.1. 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 (**Fig. 35**).

Sous microscope, les espèces d'*Alternaria alternaria* caractérisées par la présence du Mycélium Cloisonné et des Conidies en chaines simples ou ramifiées, brunes, irrégulières avec un rostre apicale court (**BARNETT et al., 1972**) (**Fig. 36**).

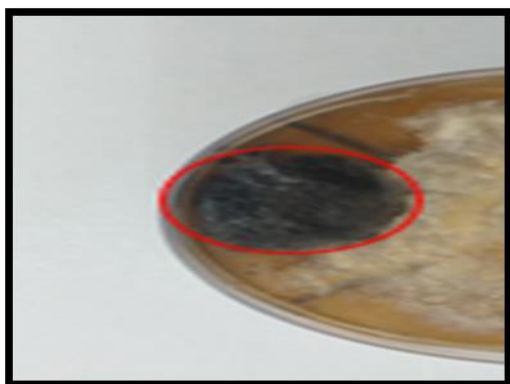


Figure 35 : Observation macroscopique d'*Alternaria alternaria* (**Originale, 2023**).

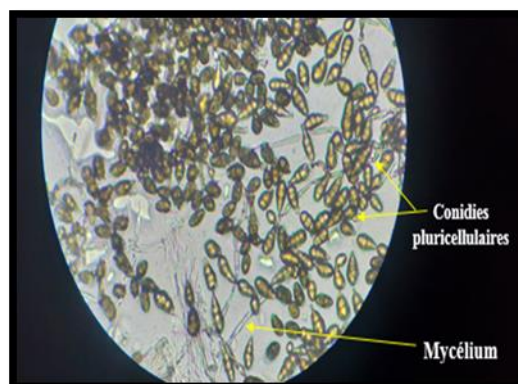


Figure 36 : Observation microscopique d'*Alternaria alternaria* x40(**Originale, 2023**).

3.2 .Caractérisation macroscopique et microscopique d'*Alternaria solani*

L'*Alternaria solani* est un champignon isolé sur la pomme de terre phytopathogène de la famille des Pleosporaceae. La colonie de couleur Blanchâtre (**Fig.37**).

Sous microscope, les espèces d'*Alternaria solani* caractérisées par la présence du Mycélium Cloisonné et des Conidies solitaires, ou rarement en chaine de deux, brunes (**ELLIS et GIBSON, 1975**) (**Fig.38**).



Figure 37 : Observation macroscopique d'*Alternaria solani* (Originale, 2023).

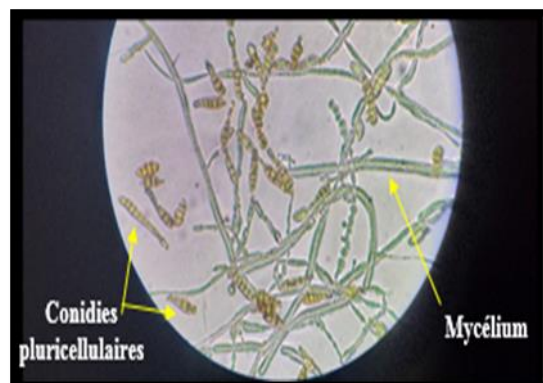


Figure 38 : Observation microscopique d'*Alternaria solani* x40 (Originale, 2023).

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

4.1. Résultats de l'activité antifongique

Rappelons que l'activité antifongique est révélée par l'absence ou la présence de la croissance mycélienne d'*Alternaria solani* sur le milieu gélose sabouraud additionné des différentes concentrations d'extrait huileux et d'extraits aqueux.

En premier temps, la croissance mycélienne des souches fongiques était normale (témoin), ce qu'il se diffère en présence des extraits de trois plantes (*Mentha spicata*, *Ruta graveolens* L), ce paramètre évolue dans le temps, durant l'incubation.

4.1.1. Evaluation de la croissance mycélienne

Les Résultats de l'effet de différentes concentrations des extraits (huile, extrait aqueux) après 15 jours sont présentés dans les figures 39 et 40.

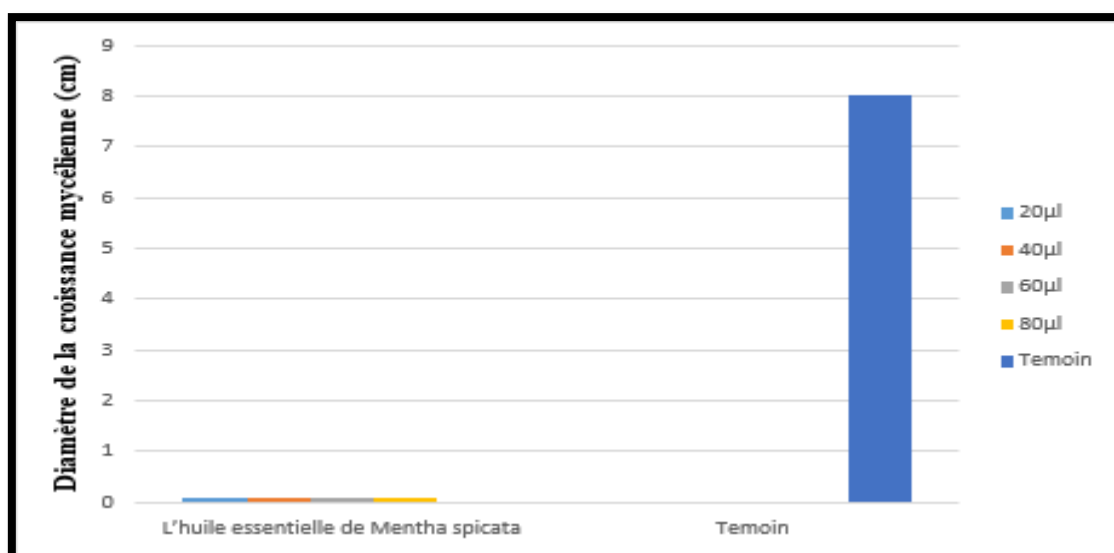


Figure 39 : Croissance mycélienne (cm) d'*Alternaria solani* en fonction de la dose d'huile essentielle de *Mentha spicata*.

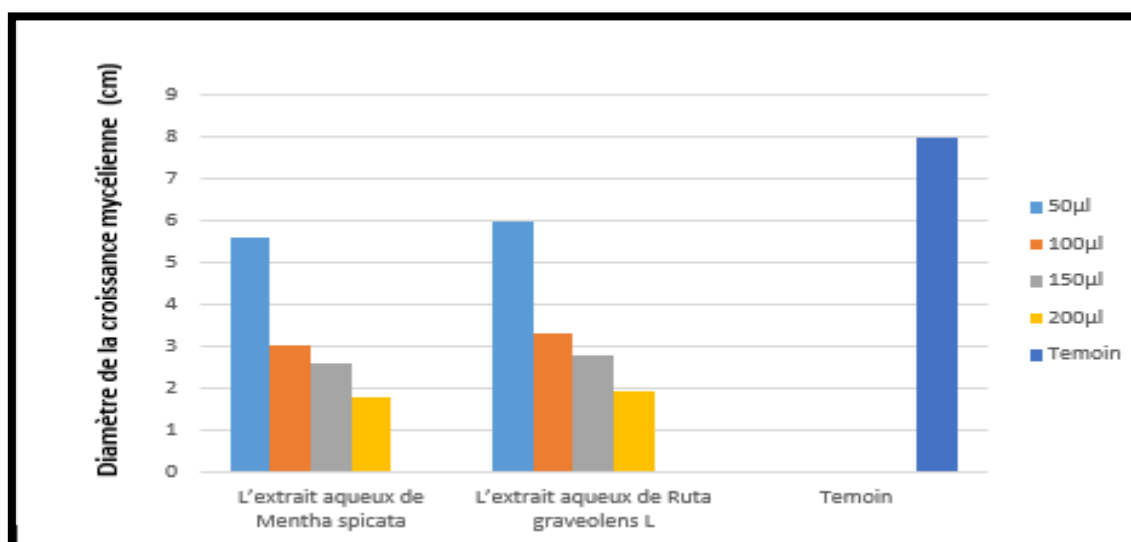


Figure 40 : Croissance mycélienne (cm) d'*Alternaria solani* en fonction de la dose d'extraits aqueux de *Mentha spicata* et de *Ruta graveolens* L.

D'après les résultats obtenus, on remarque que l'inhibition de la croissance fongique d'*Alternaria solani* en présence d'extrait de *Mentha spicata* est plus importante par rapport à la présence de *Ruta graveolens* L avec l'utilisation des mêmes concentrations.

Les diamètres varient entre 0,5 et 8 cm. Le diamètre du témoin après 15 jours est de 8 cm. Il convient de noter que le degré d'efficacité des extraits végétaux sur la croissance mycélienne d'*Alternariose* est remarqué chez l'huile de *M.spicata* aux différentes concentrations, cependant, l'extrait aqueux a montré un effet moyen sur les champignons.

4.1.2. Effet des extraits végétaux sur la cinétique de croissance mycélienne d'*Alternaria solani* et leurs taux d'inhibition

Les résultats de l'effet des différents extraits sur la cinétique de croissance fongique d'*Alternaria solani* ont été présentés dans les figures 41, 42 et 43.

En l'absence d'extraits dans le milieu de culture, la croissance du champignon atteint un diamètre de 2.7 cm après 6 jours d'incubation, 4.8 cm après 9 jours, 6.4 cm après 12 jours, elle arrive à son maximum de croissance (8 cm) après 15 jours d'incubation.

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 présence de l'huile essentielle de *Mentha spicata*, le diamètre de la colonie est 0,5 cm après 15 jours d'incubation chez les 4 concentrations (20 μ l, 40 μ l, 60 μ l, 80 μ l) ce qui correspond à des taux d'inhibition respectifs de 100% (**Tableau 12.**).

En ce qui concerne l'extrait aqueux de *Menthe spicata*, on observe également que la croissance du champignon se trouve, pratiquement, moyenne après 3 jours d'incubation (1 cm, 0.8 cm, 0.6 cm) chez les concentrations 100 μ l, 150 μ l, 200 μ l, ce qui correspond à un taux d'inhibition de (87.5%, 90%, 92.5%). Le diamètre de la colonie augmente à partir du 3ème jour jusqu'à atteindre son maximum au 15 jours avec 5.6 cm chez la concentration faible (50 μ l) ce qui correspond à un taux d'inhibition de 30%, aux plus fortes concentrations (150 μ l et 200 μ l), ce même diamètre atteint 2.6 cm et 1.8 cm après 15 jours d'incubation (taux d'inhibition = 67.5 %, 77.5%).

Pour ce qui est de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* L, on observe également que la croissance d'*Alternaria solani*, pratiquement, moyenne après 3 jours d'incubation (1.4 cm, 1 cm, 0.8 cm) chez les concentrations 100 μ l, 150 μ l, 200 μ l, ce qui correspond à un taux d'inhibition de (81.25%, 83.75%, 88.75%). Le diamètre de la colonie augmente à partir du 3ème jour jusqu'à atteindre son maximum au 15 jours avec 6 cm chez la concentration faible (50 μ l) ce qui correspond à un taux d'inhibition de 25%, aux plus fortes concentrations (150 μ l et 200 μ l), ce même diamètre atteint 2.8 cm et 1.9 cm après 15 jours d'incubation (taux d'inhibition = 65%, 76.25%).

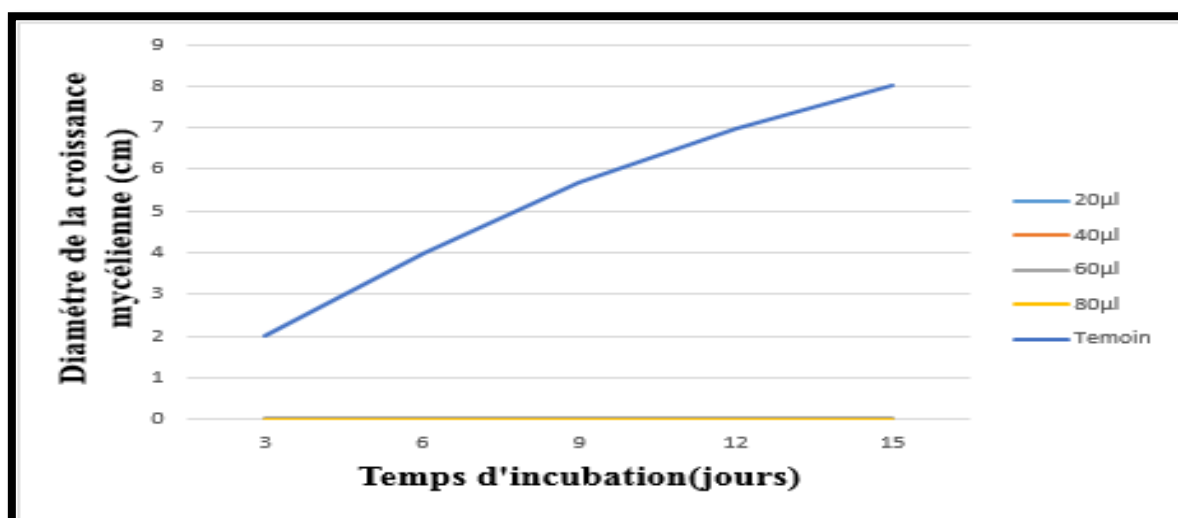


Figure 41 : La croissance mycélienne d'*Alternaria solani* en fonction du temps et des différentes concentrations de l'huile essentielle de *Mentha spicata*.

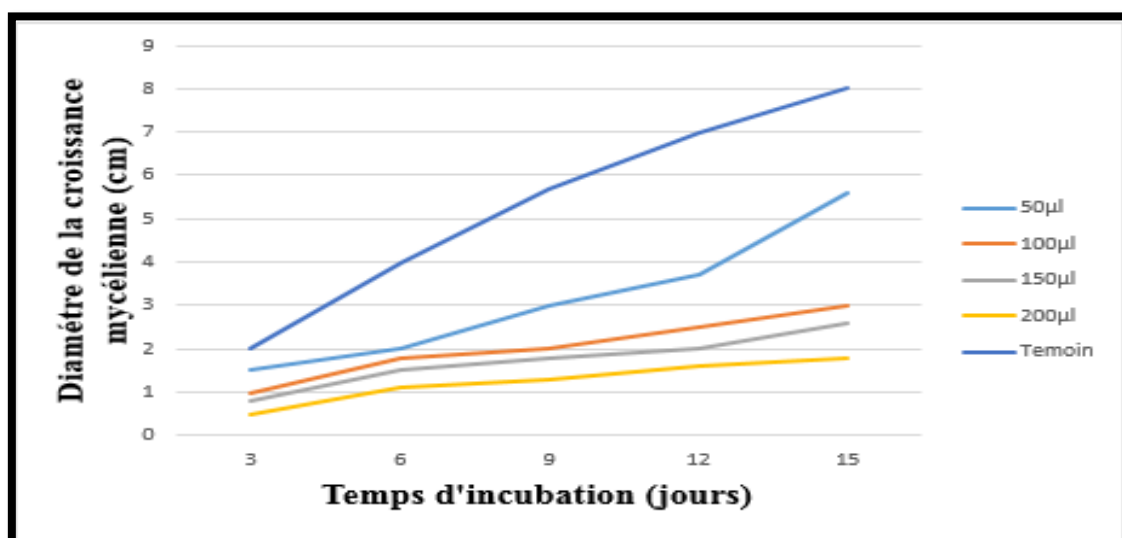


Figure 42 : La croissance mycélienne d'*Alternaria solani* en fonction du temps et des différentes concentrations de l'extrait aqueux de *Mentha spicata*.

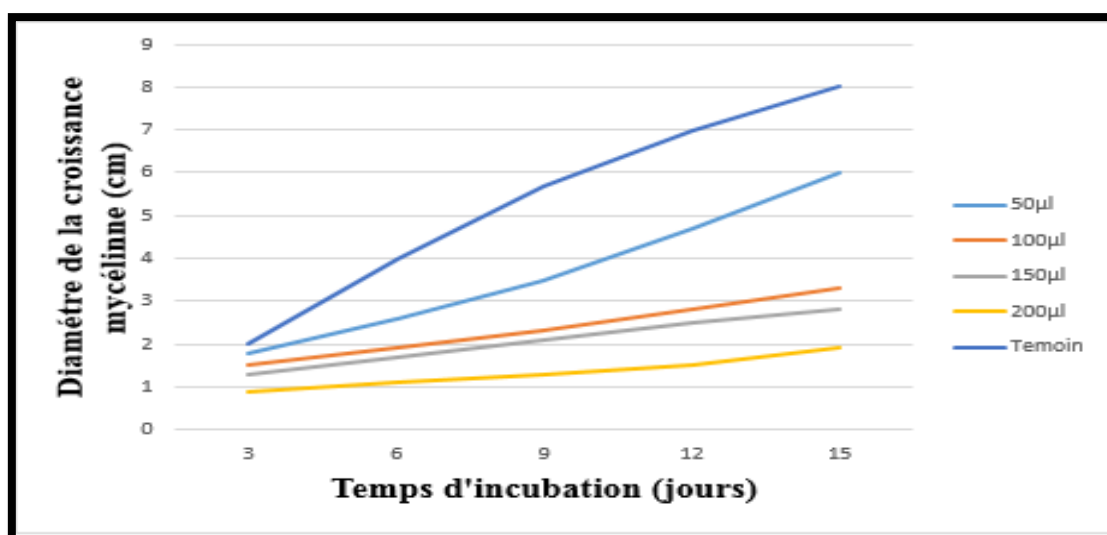


Figure 43 : La croissance mycélienne d'*Alternaria solani* en fonction du temps et des différentes concentrations de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* L.

Tableau 12 : Taux d'inhibition des différents extraits végétaux sur l'*Alternaria solani*

Traitements	Concentrations	3 jours	6 jours	9 jours	12 jours	15 jours
L'huile de <i>Mentha spicata</i>	20 µl	100%	100%	100%	100%	100%
	40 µl	100%	100%	100%	100%	100%
	60 µl	100%	100%	100%	100%	100%
	80 µl	100%	100%	100%	100%	100%

L'extrait aqueux de <i>Mentha spicata</i>	50µl	81.25 %	75 %	62.5 %	53.75 %	30 %
	100µl	87.5 %	77.5 %	75 %	68.75 %	62.5 %
	150µl	90 %	81.25 %	77.5 %	75 %	67.5 %
	200µl	92.5 %	86.25 %	83.75 %	80 %	77.5 %
L'extrait aqueux de <i>Ruta graveolens</i> L.	50µl	75 %	67.5 %	56.25 %	41.25 %	25 %
	100µl	81.25 %	76.25 %	71.25 %	65 %	58.75 %
	150µl	83.75 %	78.75 %	73.75 %	68.75 %	65 %
	200µl	88.75 %	86.25 %	83.75 %	81.25 %	76.25 %

5.1.3. Détermination de la vitesse de croissance mycélienne (VC)

D'après la présentation ci-dessous on observe que la vitesse de croissance la plus élevée, est exprimée par le témoin 1.2 cm/jours et que la vitesse est décriue avec l'augmentation de la concentration d'extraits (**Fig. 44**).

Les résultats de la Figure 46 montrent que la vitesse maximale de la croissance mycélienne est 1.2 cm/jours a été enregistrée chez le témoin, par rapport aux différentes doses de l'huile essentielle de *Mentha spicata* 20 µl, 40 µl, 60 µl, 80 µl où les vitesses sont toutes 0 cm/jours.

Chez l'extrait aqueux de *Mentha spicata*, on a enregistré la vitesse maximale au témoin 1.2 cm/jours, par rapport aux doses de 50 µl, 100 µl, 150 µl, 200 µl où la vitesse a diminué avec respectivement 0.786 ; 0.467 ; 0.384 ; 0.289 cm/jours (**Fig. 45**).

Les mêmes résultats pour l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* L, on a enregistré la vitesse maximale au témoin 1.2 cm/jours, par rapport aux doses de 50 µl, 100 µl, 150 µl, 200 µl où la vitesse a diminué avec respectivement 0.898 ; 0.509 ; 0.393 ; 0.295 cm/jours (**Fig. 46**).

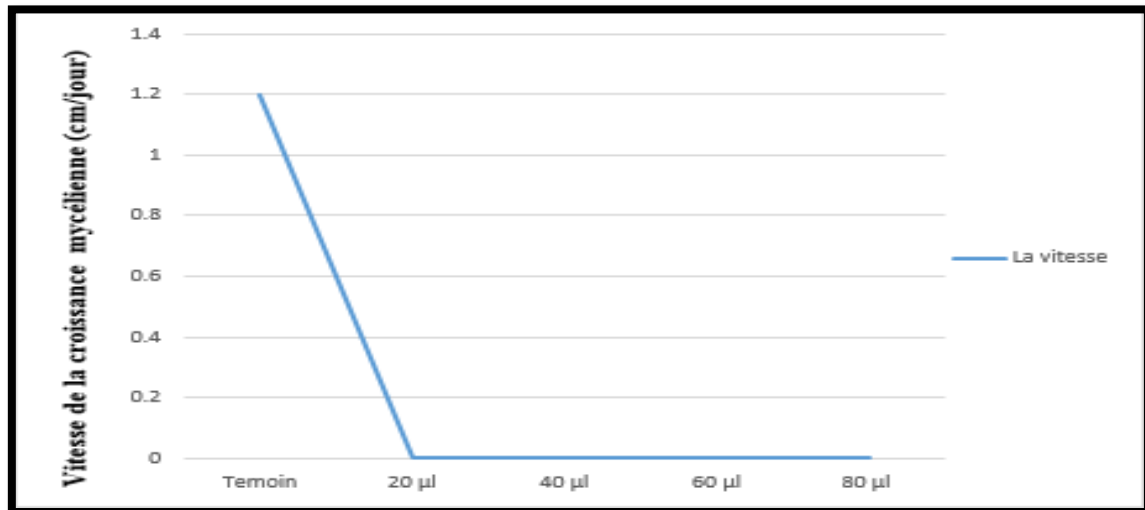


Figure 44 : Vitesse de la croissance mycélienne sous l'effet de différentes concentrations en huile essentielle de *Mentha spicata*.

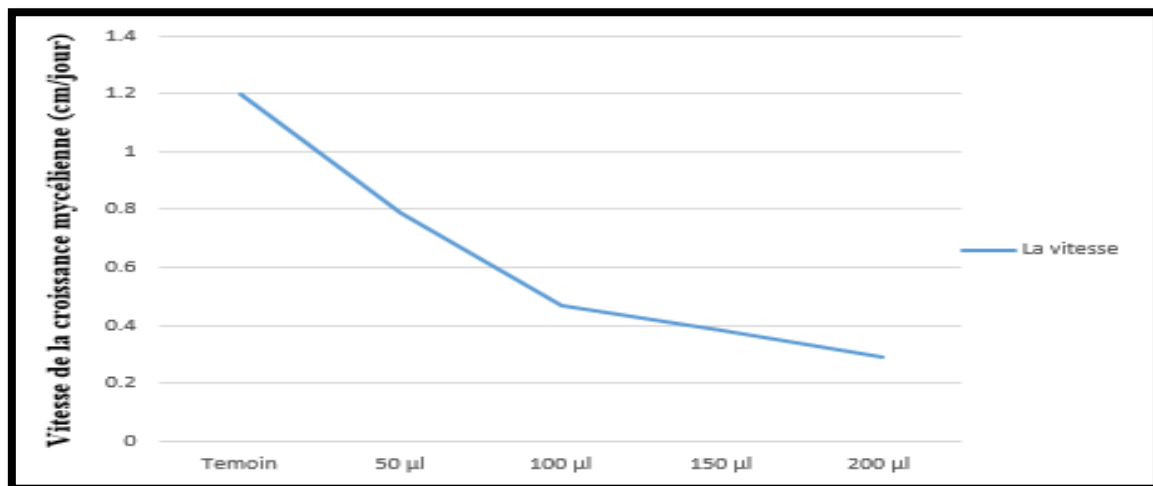


Figure 45 : Vitesse de la croissance mycélienne sous l'effet de différentes concentrations en l'extrait aqueux de *Mentha spicata*.

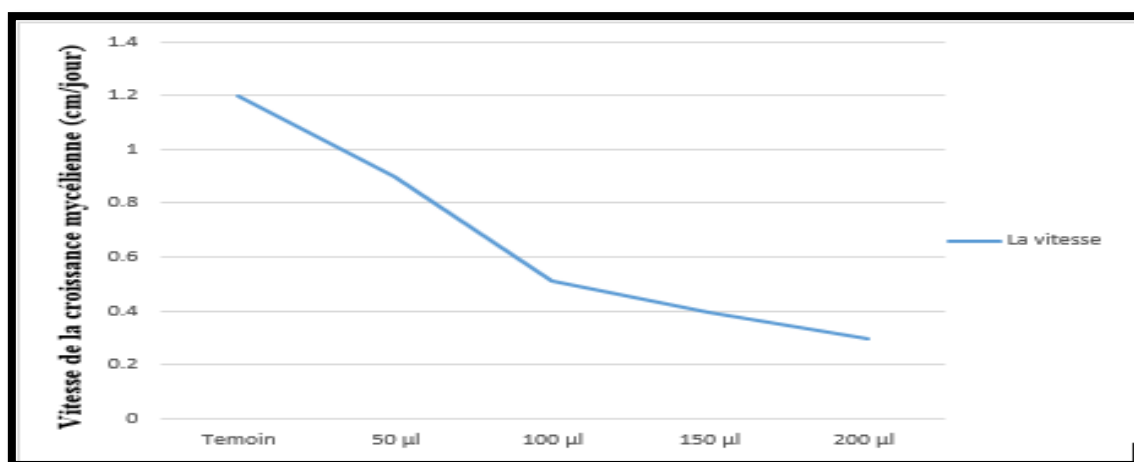


Figure 46 : Vitesse de la croissance mycélienne sous l'effet de différentes concentrations en l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* L.

5.1.4. Effet des différents extraits sur l'aspect du mycélium d'*Alternaria solani*

Les résultats de l'effet des extraits des deux plantes étudiées sur l'abondance de mycélium aérien d'*Alternaria solani*, sont résumés dans le **tableau 13**.

Tableau 13 : Effet des différents traitements sur le mycélium d'*Alternaria solani* après 15 jours.

Traitement	Aspect de mycélium
Gélose sabouraud (témoin)	Abondant (+++)
L'huile essentielle de <i>Mentha spicata</i>	Abondant (-)
L'extrait aqueux de <i>Mentha spicata</i>	Abondant (+)
L'extrait aqueux de <i>Ruta graveolens</i> L	Abondant (+)

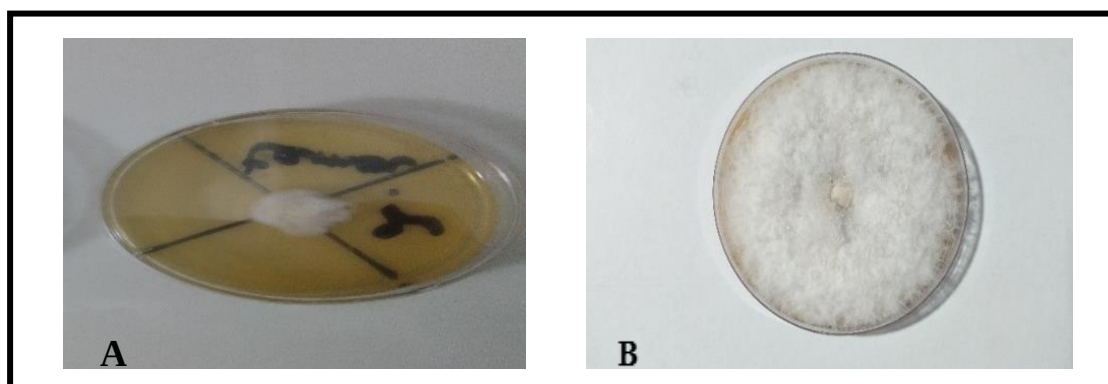


Figure 47 : Témoin (A : après 3 jours ; B : après 15 jours d'incubation).

✓ Effet d'huile de *Mentha spicata* sur *Alternaria solani*

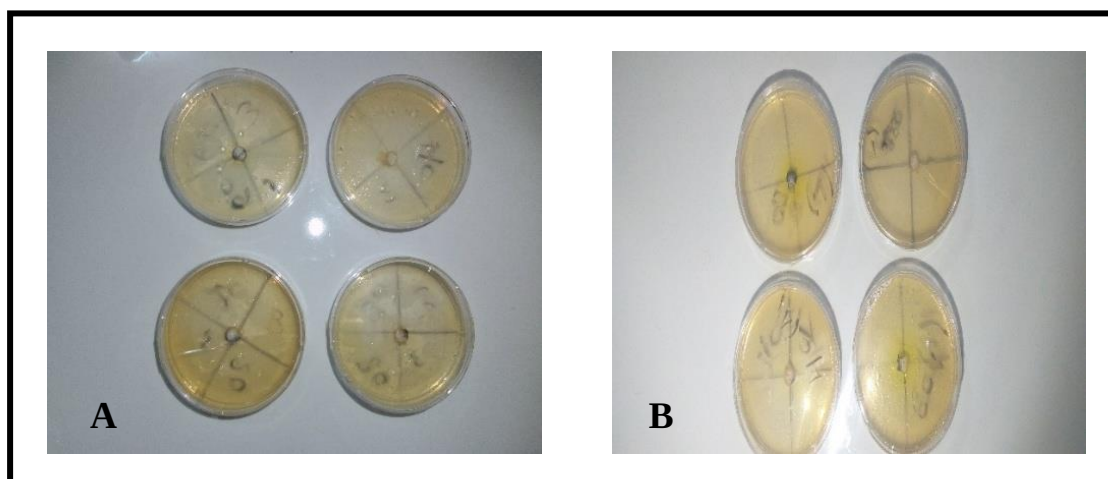


Figure 48 : A : après 3 jours ; B : après 15 jours d'incubation (recto).

✓ Effet de l'extrait aqueux de *Mentha spicata* sur *Alternaria solani*

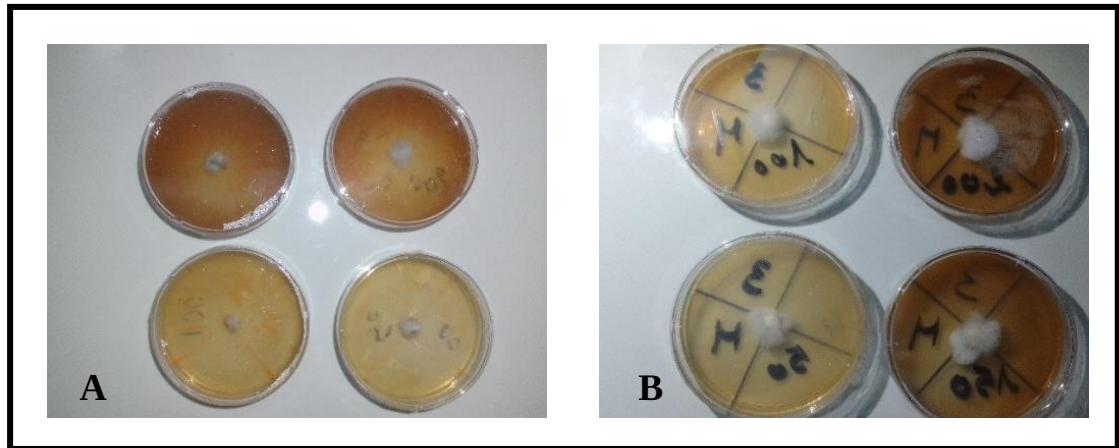


Figure 49 : A : après 3 jours ; B : après 15 jours d'incubation (recto).

✓ Effet de l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* L

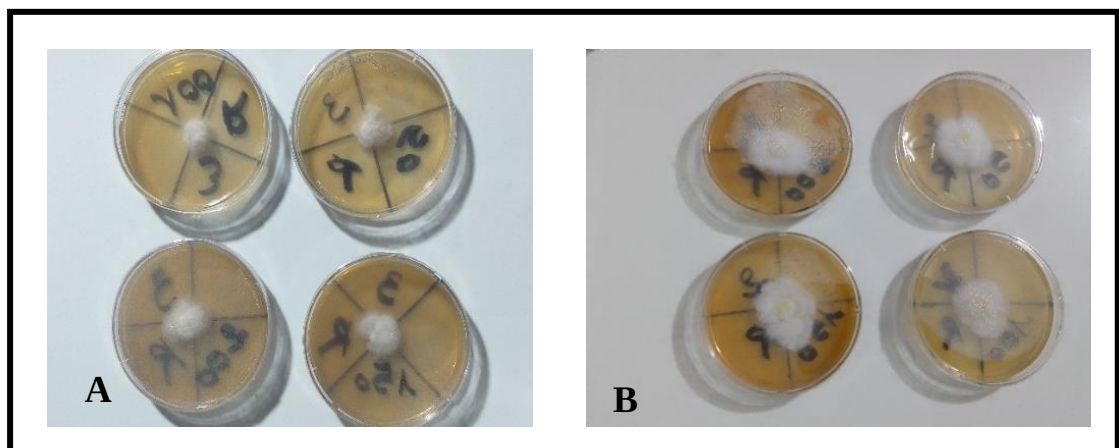


Figure 50 : A : après 3 jours ; B : après 15 jours d'incubation (recto).

II. Discussions

L'Alternariose de la pomme de terre est l'un des genres fongiques les plus rencontrés, ce dernier réduit considérablement les rendements à la fois quantitatifs et qualitatifs causée par le genre *Alternaria*, 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 fait, 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 cette dernière est la plus abondante dans notre échantillonnage. Et dans 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.

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

L'utilisation des extraits de plantes et produits naturels est très encouragée, par ce que 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 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 extraits peut être attribuée à leurs compositions chimiques.

Dans notre test, nous avons essayé d'associer des différentes concentrations d'extraits de la *Mentha spicata* (huile essentielle et extrait aqueux) et de la *Ruta graveolens* L (extrait aqueux).

L'huile essentielle *Mentha spicata* est efficace contre la croissance d'*Alternaria solani* à partir de la concentration 20µl, 40 µl ,60µl, 80µl. Mais l'extrait aqueux de cette plante et de la *Ruta graveolens* L sont faibles par rapport l'huile essentielle.

Les travaux de **MISSAOUI (2019)** ont montré les huiles essentielles de *Mentha spicata* activité antifongique élevée (supérieur à 90%) à la concentration 1/400 sur *Fusarium graminearum* et *Aspergillus niger* et *Penicillium sp*, mais à la 2ème concentration (1/2000) nous avons noté une activité antifongique faible par rapport à la 1ère concentration.

Quant à *Ruta graveolens* L, les résultats du **ABDI et TIROUCHE (2022)** ont montré les huiles essentielles de *Ruta graveolens* L enregistré un pouvoir antifongique plus ou moins modéré, contre *Fusarium roseum*, aux volumes 5µl et 10µl, avec des diamètres des zones d'inhibitions de l'ordre 0,8 cm et 1,1cm, alors que pour les volumes 20 µl et 40µl les zone d'inhibition était très franche (1.6 et 2cm, respectivement).

REDDY et AL-RAJAB (2016), révèlent que *Fusarium oxysporum* a montré une inhibition de la croissance, au contact de cette huile essentielle, avec des zones d'inhibition de l'ordre de 20.02 ± 0.06 mm.

Aussi, les travaux de **HAMMANA et NECIB (2021)**, ont montré Les huiles essentielles de *Ruta graveolens* L présentes un diamètre de zone d'inhibition pour l'*Alternaria alternata* et l'*Penicillium expansum* de 8 mm avec la concentration 2.5 ul, 10mm avec 5 ul, 15 mm avec 10 ul, 20 mm avec 20ul, 25 mm avec 30ul, 30 mm avec 40 ul.

En générale, la variabilité des résultats est probablement due à l'influence de plusieurs facteurs tels que la méthodologie notamment pour le choix des doses, les microorganismes testés et les types d'extraits utilisés (huile ou extrait aqueux) (**PATTNAIK et al., 1996**).

Conclusion



Conclusion

Parmi les préoccupations majeures du contrôle phytosanitaire, recherchent de nouvelles molécules d'origine végétale, susceptibles de permettre à l'agriculteur de lutter efficacement contre les maladies fongiques avec un minimum d'impact négatif sur l'environnement.

À la fin 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 solani* et *Alternaria alternaria* dont souche *Alternaria solani* 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 *Mentha spicata* dont le rendement de l'extraction de l'huile par hydrodistillation est de 1.2%, et le rendement de l'extraction de leur l'extrait aqueux par séchage est de 28.68% et aussi le rendement d'extrait aqueux de *Ruta graveolens* L est de 36.49%.

Les résultats de l'activité fongique de d'extraits de la *Mentha spicata* apportent que le diamètre de la colonie en présence de l'huile essentielle 0,5 cm après 15 jours d'incubation chez les 4 concentrations (20 µl, 40µl, 60µl, 80 µl) est de 100%.

En ce qui concerne l'extrait aqueux, on a observé également que la croissance du champignon se trouve, pratiquement, moyenne après 15 jours d'incubation (5.6 cm, 3cm, 2.6 cm, 1.8 cm) chez les concentrations 50 µl, 100 µl, 150 µl, 200 µl ce qui correspond à des taux d'inhibition de 30%, 62.5%, 67.5%, 77.5%).

Cependant, les essais sur l'extrait aqueux de *Ruta graveolens* L est moins importantes que celles des extraits *Mentha spicata*, on a observé également que la croissance du champignon se trouve, pratiquement, moyenne après 15 jours d'incubation (6 cm, 3.3cm, 2.8cm, 1.9cm) chez les concentrations 50 µl, 100 µl, 150 µl, 200 µl ce qui correspond à des taux d'inhibition de 25%, 58.75%, 65%, 76.25%).

Conclusion

Par ailleurs, ces résultats qui restent préliminaires, devront être confirmés et approfondies par des essais en plein champ et par des études de fractionnement ciblant l'indentification et le profilage des substances responsables de l'activité anti-Alternariose.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

1. **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.
2. **ABD EL MONAIM HASSEN A. 1999-** Production de pomme de terre. Maison arabe de L'édition et la distribution. 446P. (en arabe).
3. **ABDI, A., TIROUCHE, R., 2022** Etude du potentiel de rendement en huile essentielle et de l'activité antifongique de la Rue (*Ruta graveolens L.*) de la région de Guelma (Nord-Est de l'Algérie) 36p.
4. **ABRASSART, J.L., 1988-** Mille et une vertu des huiles essentielles. Ed. Guy Trédaniel, Paris85p.
5. **AFNOR., 1986-** Huile essentielle de carvi (*Carum carvi* {Linnaeus}). Essential oils. Oil of caraway (*Carum carvi* {Linnaeus}). AFNOR.paris.347p.
6. **AGRIOS, G N. 2005-**Plant pathology Ed.5thEd. Elsevier, London. 922 :455.
7. **AHMID A ,2009-**Essai comparatif de l'impact de fertilisation organique et minérale sur la culture de pomme de terre dans la région d'El-Oued .Mémoire d'ingénieur. Université d'Ouargla. 85P.
8. **AIT-OUAHIOUNE CH., 2005-** Contribution à l'étude de l'effet du substrat sur la composition quantitative et qualitative de l'huile essentielle de *Mentha viridis* L (menthe verte). Thèse d'ingénieur en Agronomie UMMTO.Algérie.319p.
9. **AMRAR, M., 2013-** La culture de pomme de terre : Production et possibilité pour la transformation. Journée de la pomme de terre CCI DAHRA Mostaganem. Le 04 décembre 2013, Alger. 1-18p.situation actuelle et perspectives, 18 juin 2008. INA EL-HARRACH, Alger.
10. **ANDRÉ, CH., 2016-** Le point sur L'alternariose de la pomme de terre. Grange neuve Institut agricole de l'Etat de Fribourg IAG Séances phytosanitaires.
11. **ANONYME, 1981** - Larousse agricole. Librairie larousse p 874. 1207p.
12. **ANONYME., 1999-** Transfer de technologie en agriculture, Fiches techniques la production de la pomme de terre, n°52
13. **ANTON R ET ANNELISE L., 2005-** plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles. lavoisier, édition Tec &Doc.
14. **BACHELOT, C., BLAISE, A., CORBEL, T., et Le GUERNIC, A., 2005-** les huiles essentielles. Mémoire Licence biologie ., U.C.O. Bretagne.27p.

15. **BALLA OY, ALI MM, GARBI MI, KABBASHI AS 2017**- Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oil of *Mentha viridis*. Biochem. Mol. Biol. 2(5):60-66. doi: 10.11648/j.bmb.20170205.12.
16. **BAMOUEH A., 1999** - Technique de production de la pomme de terre au Maroc, fiche technique, N° 52. PNTTA. 4P.
17. **BAMOUEH H., 1999** - Technique de production la culture de pomme de terre, bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, N° 58, PP1-15.
18. **BARKAI-Golan R. 2008**- Alternaria mycotoxins. In: Mycotoxins in fruits and vegetables. Eds Barkai-Golan R and Nachman P. Academic Press, San Diego, CA, USA. 185-203.
19. **BARNETT, HL.B .B., HUNTER., 1972**- Illustrated genera of imperfect fungi. 241p.
20. **BASU. PK.1974**. Measuring early blight, its progress and influence on fruit losses in nine cultivars. Can plant Dis Surv. 54 :45-51.
21. **BATISTA D.C, LIMA M.A, HADDAD F, MAFFIA L.A, MIZUBUTI E.S.G. 2006**- Validation of decision support systems for tomato early blight and potato late blight, under Brazilian condition. Crop Protection. 25: 664-670.
22. **BELGUENDOUEZ A., 2012**- Essai de substitution des milieux de culture en micropropagation et la physiologie de la micro tubérisation de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*. L). Thèse de magister : Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen. 184p.
23. **BELKOU H, BEYOUD F.ET TALEB BAHMED Z. 2005**- Approche de la composition biochimique de la menthe vert (*Mentha spicata* L) dans la région de ouargla, mémoire DES, univ. ouargla. P 2-61.
24. **BEN SOLTANE, F., et BAHRI, F., 2017**- Activité antioxydante des huiles essentielles du gingembre (*Zingiber officinalis*) et du clou de girofle (*Syzygium aromaticum*). Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master, option : Analyses biologiques et biochimiques, Département de Biologie, Université de Djilali Bounaama, Khemis Miliana, Algerie. 57p.
25. **BENABDELKRIM, N., 2014**- Contribution à l'étude du rendement et du pouvoir antimicrobien de l'huile essentielle de *Piturantho schloranthus* de la région de Biskra. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en Biologie. Option : 126 Biochimie appliquée, Département de Biologie, Université Abou Bekr Belkaïd – Tlemcen. 28p.
26. **BENAYAD N. 2008**- Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées, laboratoire

- des substances naturelles et thermolyse éclair, département de chimie ,faculté des sciences de rabat.
27. **BERNHARDS U., 1998** - La pomme de terre *Solanum tuberosum* L. Monographie. Institut National Agronomique Paris – Grignon.
28. **BLANCARD, D. LATERROT, H. MARCHOUX, G. CANDRESSE, T.2012**-A colour handbook *Tomato Diseases : identification, biology and control*. Manson Publishing Ltd. 688 pp.
29. **BONNIER G., 1999** - La Grande Flore en Couleur. Ed. Belin et Tome, (3) : 205 -206.
30. **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* (Sace.) Boerema, Dorenbosch et van Kesteren. Mémoire DEA, phytopathologie, Burkina Faso.39p.
31. **BOTTA, A. VIALA, A.2005**- Toxicologie. Lavoisier 2eme édition. Paris 261 :1994 pp.
32. **BOTTON, B., BRETON, A., FEVRE, M., GAUTHIER, S., GUY, PH., LARPENT, JP., REYMOND, P., SANGLIER, J.J., VAYSSIER, Y., et VEAU, P., 1990**- Moisissures utiles et nuisibles: importance industrielle. Paris Milan Barcelone Mexico. Deuxième édition. 512:309.
33. **BOUDA, H., TAPONDJOU, L.A., FONTE D.A., and GUMEDZOE, M.Y.D., 2001**- Effect of essential oils from leaves of *Ageratum conyzoides*, *Lantana camara* and *Chromolaena odorata* on the mortality of *Stophilus zeamais* (Coleoptera, Curculionidae). Journal of Stored Products Research, 37:103-109.
34. **BOUFARES., 2012**-Comportement de trios varétés de pommes de Terre (spunta, Désirée et Chuback) entre deux milieux de culture substrat et hydroponique p3-4-6-7.
35. **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.
36. **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.
37. **BOVEY R. 1972**- La défense des plantes cultivées traité pratique de phytopathologie et de zoologie agricole. 6eme (ed). Payot Lausne. traité pratique de phytopathologie et de zoologie agricole. 6eme (ed). Payot Lausne.

38. **BRUNETON J. 1999-** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3ème édition. Paris, 647-673.
39. **BRUNETON, J., 1993-** Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. Tec & Doc. Lavoisier, Paris. 915 p.
40. **BRUNETON, J., 1999-** Pharmacognosie « Phytochimie Plantes » Médicinales 3ème Ed, Tec et doc, Paris- P 1120p.
41. **BRUNETON, J., 2009-** Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes Médicinales (4ème Ed.) Tec et doc/Lavoisier, Paris. 1269p.
42. **CAUVET., 1999-** Monographie du Souf, bulletin de la société de géographie d'Alger .imp baconier, Alger. 396p.
43. **CHABAH A ,2016.** Contribution à l'étude de la production de quelques variétés de pomme de terre dans la région de Tlemcen. Mémoire master .université de Tlemcen. 63p.
44. **CHAERANI, R., VOORRIPS, R.E., 2006-** Tomato early blight (*Alternaria solani*): the pathogen, genetics, and breeding for resistance (review). J Gen plant pathol. 72: 335-347.
45. **CHAUHAN R S., PRAKASH O., PADALIA R C., VIVEKANAND., PANT A K ET MATHELA C S., 2011-** Nat. Prod. Commun. 6(9) 13.
46. **CHEHAT, F., 2008-** La filière pomme de terre Algérienne : une situation précaire ; pp : 1-13, in Journée d'étude sur la filière pomme de terre.
47. **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.
48. **CHRISTINE, J, 2000-** Maladies, insectes nuisibles et utiles de la pomme de terre. Edition IRDA sainte-foy Québec. Page 16.
49. **CHRISTINE, J., 2000-** Maladies, insectes nuisibles et utiles de la pomme de terre. Edition IRDA sainte-foy Québec. 16p.
50. **CIQUAL A. 2013-** La pomme de terre. Un trésor nutritionnel. Cnipt pomme de terre de France.
51. **CLEMENT J. M., 1989-** Larousse agricole. Librairie, Paris, 874-879 p.
52. **CNCC., 2010-** Bulletin des variétés de pomme de terre. Editée par le CNCC . 253p.
53. **D.P.A.T., 2005-** Direction de la programmation et du suivi du budget.
54. **DAJOZ, R., 2000 -** Précis d'écologie. 7 -ème édition , Ed. Dunod, Paris. 624p.
55. **DANIEL, R., 2006-** L'Alternariose : Filière Wallonne de la Pomme de terre.
56. **Darpoux R. et Dubelley M., 1967-** Les plantes sarclées. Edition. J.B. Baillière et fils France. Collection d'Enseignement Agricole. 307p.

57. **DATAR, VV., MAYEE, CD.1981**-Assessment of loss in tomato yield due to early blight. Indian phytopathology. 34 :191-195.
58. **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 biología. 14; 247-251.
59. **DE FEO V, DE SIMONE F, SENATORE F. 2002**- Potential allelochemicals from the essential oil of *Ruta graveolens*. Phytochemistry, 61 (5) : 573–8.
60. **DE LAPLACE, J. 2007**- György Ligeti : un essai d'analyse et d'esthétique musicale (p. 286). Presses universitaires de Rennes.
61. **DJEBBOUR, F., 2015**- Evaluation de l'état d'infestation de quelques parcelles par les nématodes à kystes *Globodera* de la pomme de terre-Enquête sur ces parasites dans la région d'Ain Defla. Mémoire d'ingénieur: phytotechnie. Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana.95P.
62. **DOERPER S. 2008** - Modification de la synthèse des furo-Coumarines chez *Ruta graveolens* L. par une approche de génie métabolique. Thèse de Nancy, Université INRA : 12 -34.
63. **DOUAY S., 2009**- Monographie de la menthe verte, Systématique des Angiospermes
64. **DOUMANDJI-MITICHE, B ., DOUMANDJI, S., 2014**- lutte biologique en Algérie: historique et perspectives. Séminaire national sur la biodiversité faunistique. EL-Harrach.111p.
65. **DREW, 2007**- Bulletin d'information hydraulique -Ed. direction des ressources en eau de la Wilaya d'El-Oued.22p.
66. **DROBY, S., DINOOR A., PRUSKY D., BARKAIGOLAN R., 1984**- Pathogenicity of *Alternaria alternata* on potato in Israel. Phytopathology 74: 537-542.
67. **DSA, 2019**. Données Statistiques sur la production de la culture pomme de terre.
68. **DSA., 2015**- Direction du service agricole d'El Oued.
69. **DSA., 2020**- Direction du service agricole d'El Oued.
70. **DSA., 2022**- Direction du service agricole d'El Oued.
71. Dupont Frédéric, Guignard Jean-Louis Botanique : Les familles de plantes, *Elsevier*, Masson, Issy-les-Moulineaux 2012
72. **EILERT U 1994**- *Ruta*. In : Hagers Handbuch der pharmazeutischen Praxis. Band 6. Drogen P-Z. Springer Verlag, Berlin.
73. **ELLIS, M.B., GIBSON, I.A.S., 1975**- *Alternaria solani*. IMI Descriptions of Fungi and Bacteria Set 48: sheet.475p.

74. ELLIS, MB. 1971-.*Dematiaceou shyphomycetes*. Kew. 608pp.
75. ELLISSECHE, D. 2008- Production de pomme de terre ; quels défis pour aujourd'hui et pour demain ?
76. ERIKSON,OE., HAWKSWORTH, DJ.1991-Outline of ascomycetes. Syst. ascomycet. 9 : 39-271.
77. FAO. 2018- Food and Agriculture Organization.
78. FAOSTAT., 2013- Food and Agriculture Organisation, Annuaire statistique de la FAO.
79. FAOSTAT., 2016- Food and Agriculture Organisation, Annuaire statistique de la FAO.
80. FARRAR, J.J., PRYOR,B.M., DAVIS,R.M., 2004- Alternaria diseases of carrot. Plant disease. 88 : 776-784.
81. FILLINGER, S., WALKER, A.S., 2016- Chemical Control and Resistance Management of Botrytis Diseases. In: Fillinger, S., Elad, Y. (Eds.). Botrytis – the Fungus, the Pathogen and its Management in Agricultural Systems.486p.
82. GARNEAU, F.X., 2005- Le matériel végétal et les huiles essentielles (La sèveUQAC, Chicoutimi. ed).
83. 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.
84. GLASSCOCK, W., WARE, W. 1944- *Alternaria Solani* on Tomato. Nature 154, 642 <https://doi.org/10.1038/154642a0>
85. GOCHER I. ET LUSSON J. 2001- La pomme de terre et ses transformations. Projet tuteuré. IUT du Montes. Nancy. Barbois.
86. GROSJEAN F., 1990- Etude botanique, physicochimique et pharmacologique de *Mentha puleguim* L. et *Mentha viridis* L. var Nahnah ; comparaison de l'activité antifongique des huiles essentielles. Thèse de doctorat, Université de Besançon,France, 165p
87. GROVES, J.W., SKOLKO, A.J., 1944- Notes on seed-borne fungi: Ii. Alternaria. Canadian Journal of Research 22, 217-234.
88. GWARY, DM. NAHUNNARO, H. 1998- Epiphytotics of earlyblight of tomatoes in Northeastern Nigeria. Crop Protection. 17 : 619-624.
89. HAMDANI, F., 2016- Déterminisme moléculaire de l'activité antifongique des huiles essentielles extraites à partir des feuilles d'agrumes, Thèse de Doctorat en biologie, option agronomie, Université Hassiba Ben bouali, Chlef .144p.
90. HAMMANA, S., NECIB, S., 2021 Etude de l'effet antifongique des huiles essentielles detrois plantes d'*Eucalyptus camaldulensis* , *Rosmarinus officinalis* et *Ruta graveolens* 50p.

91. **HAMMICHE V, AZZOUZ M. 2013-** Les rues : ethnobotanique, phytopharmacologie et toxicité. *Phytothérapie*, 11:22-30.
92. **HARBORNE JB., 1998-** Phytochemical methods. A guide to modern techniques of Plants analysis. Third Edition, pp : 203-214.
93. **HARRISON MD, LIVINGSTON CH, OSHIMA N 1965-** Epidemiology of potato early blight in Colorado: 1. Initial infection, disease development and the influence of the environmental factors. *Amri. Pot. J.* 42:279-291.
94. **HAWKES J G., 1990 -**The potato, Evolution, Biodiversity and genetic resources .London. Belhaven Press. 259p.
95. **HILAN, C., SFEIR, R., JAWICH, D., AITOUR, S., 2006-** Huiles essentielles de certaines plantes médicinales libanaises de la famille des Lamiaceae. *Journal Scientifique Libanais*, 7(2).22p.
96. **HODGSON, W.A. et Pond,D.D.,Munro,J., 2012-** Maladies et ennemis de la pomme de terre ; information édifice Sir John Carling Building 930 Carling Avenue Ottawa, Ontario K1A0C ;Digitized by the Internet Archivein 2012 with funding from Agriculture and Agri-Food Canada - Agriculture et Agroalimentaire Canada ; page : 10-11.<http://fr.tutiempo.net/climat/ws605300.html..>
97. **IDNURM A, HEITMAN J 2005-** Light controls growth and development via a conserved pathway in the fungal Kingdom. *PLoS Biol*3:615-626.
98. **ITCMI., 2010-** Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles. La culture de pomme de Terre.
99. **JIROVETZ L., BUCHBAUER G., SHABI M., NGASSOUM M B., 2002-** Comparative investigation of essential oil and volatiles of spearmint. *Perfum. Flav.* 27, 16–22.
100. **JOLY P. 1964-** Le genre *Alternaria*. *Encyclopédie Mycologique*, Ed. J. P. Lechevalier. Paris. p 250 .
101. **JOURDHEUIL, P., GRISON, P., et FRAVAL, A., 1991-** La lutte biologique, un aperçu historique. In Institut national de la recherche agronomique (INRA). *Le courrier de l'environnement de l'INRA*.60p.
102. **KECHID M., 2005-** Physiologie et Biotechnologie de la micro tubérisation de la pomme de terre *Solanum tuberosum*. L. Mémoire de Magister, faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'université Mentouri de Constantine.128p.
103. **KOEING, H., 1995-** Guide de mycologie médicale. Ellipses.
104. **LAHOUEL Z., 2016 -**Etude diagnostique de la filière pomme de terre dans la région de Tlemcen : Cas de deux fermes pilotes Hamadouche et Belaidouni. Thèse de Master en Agronomie « Amélioration végétale », Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen.95p.

105. **LAUMONIER R., 1979-** Les cultures légumières et maraîchères. Tome 2. Ed. J.B., Paris, Pp. 209-230.
106. **LOGRIECO, A., MORETTI, A., SOLFRIZZO, M., 2009-** Alternaria toxins and plant diseases : an overview of origin, occurrence and risks. World Mycotoxin Journal. 2 (2) : 129-140.
107. **MAAMERI-ESMAA., 2013-** Etude du complexe parasitaire de deux espèces de pucerons *Myzus persicae* et *Aphis gossypii* sur le poivron sous serre). Mémoire d'ingénieur agronome, spécialité : protection des végétaux. Université de Mostaganem.76p.
108. **MADEC P ET PERENNEC P., 1962 -** Les relations entre l'induction de la tuberisation et la **MATTILA, P., HELLSTRÖM, J., 2007-** Phenolic acids in potatoes, vegetables, and some of their products. Journal of Food Composition and Analysis. Vol. 20, 152-160. mensuel d'information et de liaison du PNTTA, N° 58, PP1-15
109. **MADEC P. ET PRENNEC P. 1980-** Age physiologique du plant de pomme terre. Incidence sur la germination et répercutions sur le comportement des plantes. Potato Res.23-183-199P.
110. **MADR., 2013-** Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement rural.
111. **MADR., 2015-** Évaluation de la mise en oeuvre du Renouveau agricole. Campagne agricole 2014, Bilan final.
112. **MAMGAIN, A., ROYCHOWDHURY, R., TAH, J., 2013-** Alternaria pathogenicity and its strategie controls. Research Journal of Biology. 1:01-09.
113. **MAZOYER M., 2002-** Larousse agricole. Larousse. mensuel d'information et de liaison du PNTTA, N° 58, PP1-15
114. **MESSIAEN, C.M., BLANCARD, D., ROUXEL, F., LAFON, R., 1991-** Les maladies des plantes maraichères, INRA Paris.552P.
115. **METALI, M., et KERRAS, K., 2016-** Etude des activités antibactériennes et antioxydantes des extraits d'*Ocimum basilicum* (basilic) dans la région de Ain Defla.
116. **MICHEL, M, 1991-** Maladies et ravageurs de la pomme de terre. Edition TH. Mann. Gelsenkirchen-buer ISBN3-7862-0090-4.Verlagth-mann-nordring 10 D 4650gelsenkirchen-buer. Page : 21-22-23.
117. **MILESI, S., MASSOT, B., GONTIER, E., BOURGAUD, F., GUCKERT, A. 2001-** OT *Ruta graveolens* L.: a promising species for the production of furanocoumarins0T. Plant Science, 161: 189–99.
118. **MIOULANE P. 2004 -** Encyclopédie Universelle des 15000 plantes et fleurs de jardins, Larousse. Ed. Protea : 7-50.

119. **MISSAOUI, A., 2019** Étude de l'activité antifongique des extraits d'*Ocimum basilicum*, *Juniperus phoenicea* et de *Mentha spicata*, sur les moisissures de la pourriture des fruits 21p.
120. **MOËNNE M, 2008-** Structuration d'une filière pomme de terre en Afrique sahélienne. Projet de recherche ENSAIA (Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires). Nancy, 30p.
121. **MOKHTAR M. 2015-** Identification et propriétés biologiques des principes actifs du piment (*Capsicum annum* L.). Thèse de L'Université de Mostaganem.
122. **MOTIEJUNAITE, O. ET PEICULYTE, D., 2004-** Fungicidal properties of *Pinus sylvestris* L. for improvement of air quality. *Medicina (Kaunas)* 40(4).794p.
123. **MOULE C., 1972-**Plantes sarclées et déverses. J-B. Ballière et Fils, Editeur, Paris. 246 p.
124. **MOURIA, B., OUAZZANI-TOUHAMI, A., et DOUIRA, A., 2013** - Effet du compost de *Trichoderma harzianum* sur la suppression de la verticilliose de la tomate, 70.5543p.
125. **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.
126. **NEERGAARD, P., 1945-** Danish species of *Alternaria* and *Stemphylium*: taxonomy, parasitism, economic significance. Oxford University Press, London. 2- à- 287.Ness, VonEsenbeck, GG. (1817). System der Pilze UridSchwamme, Wurzburg. p234
127. **NIKUMBH, D.F., SALER, R.S., 2011-** In vitro antifungal activity of plant extracts on *Alternaria alternaria* (Fr) Keisler, a potential pathogen of onion. International Conference on Biology. Environment and Chemistry. 24.419p.
128. **O.N.S., 2004-** Office National des Statistiques.
129. **OMARI, C., 2011-** La filière pomme de terre en Algérie. Afrique agriculture, N°381.26-30 p.
130. **ONM., 2022-** l'Office National de la Météorologie.
131. **OZENDA, P., 2004-** Flore et végétation du Sahara, 2ème Edition, C.N.R.S- Paris.662p.
132. **PARIS R, R., & MOYSE, H., 1971** - Précis de Matière médicale, Ed. Masson et Cie.509p. Paris.403p.
133. **PATTNAIK ; SUBRAMANYAM, S; V.R. ET kole, C., 1996-** antibacterial and antifungal activity of ten essential oils in vitro. *Microbios*: 237-246p.

134. **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.
135. **PENG, S., 1983-** Biological control - One of the fine traditions of ancient Chinese agricultural techniques. *Scientia Agricultura Sinica*, no 1. 96p.
136. **PERON J Y., 2006 :** Références Productions Légumières, 2ème Edition. Synthèse Agricole p 538-547.
137. **PHILIPPE, D., BOUCHEK-MECHICHE, K., MICHEL, J., ET AL., 2008-** Maladies et ravageurs et désordres de la pomme de terre. Paris : Arvalis. 192P.
138. **PLINE. (1999)** – Lavertue des plantes (Histoire Naturelle, livre XX), Paris. products. *Journal of Food Composition and Analysis*. Vol. 20, 152-160.
139. **PUSEY, P.L., WILSON, C.L., 1984-** Postharvest biological control of stone fruit brown rot of *Bacillus subtilis*. *Plant diseases*. 68: 753-756.
140. **PUSEY, P.L., WILSON, C.L., 1984-** Postharvest biological control of stone fruit brown rot of *Bacillus subtilis*. *Plant diseases*. 68: 753-756.
141. **QUEZEL ., SANTA., 1963** - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. 1170 p.
142. **QUEZEL P., SANTA S., 1963-** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Ed Centre National de la Recherche Scientifique, Paris P 1170.
143. **RAMADE, F., 1984-** Eléments d'écologie: écologie fondamentale. Et. McGraw & Hill, réflexions. *Bull. Doc. Hist. natu. agro.* : 24 – 25.
144. **REDDY, D.N., AL-RAJAB, A.J., 2016.** Chemical composition, antibacterial and antifungal activities of *Ruta graveolens* L. *volatile oils. Cogent Chemistry* 2(1) : p 4.
145. **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.
146. **ROTEM J. 1981-** Fungal diseases of potato and tomato in the Negev Desert. *Journal of Plant Disease* 65: 315–318. DOI: 10.1094/PD-65-315.
147. **ROTEM, J. 1994-** The genus *Alternaria*, biology and pathogenesis. APS press, St. Paul, Minnesota. p 326.
148. **ROUSSELLE P., ROBERT Y. ET CROSNIER J.C. 1996-** La pomme de terre production, amélioration, ennemis et maladies, utilisation. INRA, Paris, 607 p.
149. **ROUSSELLE P., ROBERT Y. ET GROSSIER J.C. 1996-** La pomme de terre production, Amélioration, Ennemis et Maladies. Utilisation édition R Doun, 278 p.

150. **Rousselle P., Rousselle B., Ellisseeche D ., 1992**-la pomme de terre in amélioration des rymond chabaud- lechvaller.
151. **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.
152. **SCHWÄRZEL, R., TORCHE, J. M., BALLMER, T., MUSA, T., DUPUIS, B., RIOT, M. T., & VETTERLI, C. 2014**- pomme de terre–variétés 4. 21
153. **SHARMA, R.R., DINESH, S., RAJBIR, S., 2009**- Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: A review. Biological control. 50.221p.
154. **SHERF A.F., MACNAB A.A. 1986**- Vegetable Diseases and TheirContol. 2 émeed. Wiley-IEEE
155. **SHIRZAD, H., TAJI, F.,RAFIEIAN-KOPAEI, M., 2011**- Correlation between antioxidant activity of garlic extracts and WEHI-164 fibro sarcoma tumor growth in BALB/c mice J. Med. Food, 14.974p.
156. **SIDIKOU R., 2002** - Contribution des biotechnologies végétales à l'adaptation de la pomme de terre (solanum tuberosum) au NIGER.thèse d'état Niamey .354p.
157. **SIMMONS E.G. 1967**- Typification of Alternaria, Stemphylium, and Ulocladium. Mycologia 59:67–92
158. **SIMMONS E.G. 1992**- Alternaria taxonomy: current status, view point, challenge. In: Chelkowski J, Visconti A (eds) Alternaria biology, plant diseases and metabolites. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, pp 1–35
159. **SIMMONS, E.G., 1986**- Alternaria terms and variations.(22-26). Mycotaxon. (Pleospora /Stemphylium and Lewia/ Alternaria). 25, 287- 308.
160. **SIMMONS, E.G., 2007**- Alternaria. An Identification Manual. : CBS Biodiversity Series No. 6. CBS Fungal Biodiversity Centre, Utrecht, the Netherlands.775p.
161. **SIMMONS, G.G. 1993**- Alternaria themes and variation (63-72). Mycotaxon 48, 109-140.
162. **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.
163. **SNOUSSI S. A., DJAZOULI. Z. E., AROUN M. E. F. ET SAHLI Z. 2003**- Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture. Cas des

- plantes maraîchères, industrielles, condimentaires, aromatiques, médicinales et ornementales. Projet ALG/97/G31 PNUD, Alger, Hôtel Hilton, 22 - 23/01/2003. 79
164. **SOLTNER D., 1999** - Les grandes productions végétales. Ed. CSTA (Collection Sciences et Technique agricoles), 20^{ème} édition, Angers, 472p.
 165. **SOLTNER D., 2005**- Les grandes productions végétales. 20^{ème} édition. Collection Sciences et Techniques Agricoles. 472p.
 166. **SOMDA, I., SANON, P., MICHAUD, J.M., et SANOU, J., 2003**- Efficacité des extraits aqueux de citronnelle et de pourpier dans la lutte contre les champignons transmis par les semences de maïs. Science et Technique, Série Sciences Naturelles et Agronomie, vol. 27 (1-2) : 29-40.
 167. **SORAUEUR, 1896**- Catalogue of life.
 168. **STEWART P., 1969** – Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Quelques
 169. **STEWART P., 1969** – Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Quelques réflexions. *Bull. Doc. Hist. natu. agro.* : 24 – 25.
 170. **STEWART, P., 1969**- Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique.
 171. **STRANDBERG. JO. 1992**- *Alternaria speices that attack vegetable cops : biology and options for disease management* : In : Chelkowski J, Visconti A(eds) *Alternaria biology, plant disease and metabolites*. Elsevier, Amsterdam. 175-208.
 172. **SURESH, G., NARASIMHAMN, N.S., MASILAMANI, S., PARTHO, P.O., GOPALAKRISHNAN, G., 1997**- Antifungal fraction and compound from uncrushed green leaves of *Azadiractha indica*. *Phytoparasitica*, 25 (1) : 33-39.
 173. **STOCLET, V. SCHINI-KERTH J.-C. 2011** - *Annales Pharmaceutiques Françaises*, Volume 69, Issue 2, Pages 78-90
 174. **TURNBULL, A.L., et CHANT, D.A., 1961**- The practice and theory of biological control of insects in Canada. *Canadian journal of zoology*, vol. 39. 697-753p.
 175. **TUTIEMPO., 2022**- Base de donner climatique. Disponible en ligne
 176. **U.S. CONGRESS, OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT., 1995**- Biologically based technologies for pest control. In Princeton University. Biologically based technologies for pest control, [En ligne]. <http://www.princeton.edu/~ota/disk1/1995/9506/9506.PDF> (Page consultée le 20 janvier 2010).203p.
 177. **UIPP., 2011**- Rapport annuel 2011-2012 édité par la direction de la communication de l'Union des industries de la protection des plantes (UIPP).43p.

178. VERMA, M., BRAR, S.K., TYAGI, R.D., SURAMPALLI, R.Y., VALÉRO, J.R., 2007- Antagonistic fungi *Trichoderma* spp.: panoply of biological control. *Biochemical engineering*. 37.20p.
179. VOISIN, A.R., 2004- Le Souf monographie, Edition El-Walid, El Oued
180. WAAGE, J., 2004- La lutte biologique – Réaliser la promesse. *Dossiers Bio contrôle*, décembre.1p.
181. WEAVER, D.K., SUBRAMANYAM, B., 2000- Botanical. In: Alternance to pesticide in stored product, Subramanyam B., Hangstrum D. W. (Editors), I.P.M. Kluwer Academic Publisher, Massachusetts, USA.303-320.
182. WIART C. (2006) - Medicinal Plants of the Asia Pacific : Drugs for the future. Ed. World Scientific : 401- 416.
183. YAHYAOU, N., 2005- Extraction, analyse et évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles de *Mentha Spicata* L. sur *Rhyzoperlhu dominicu* (F .) (Coleoptera, Bostrychidae) et *Tribolium confusm* (Duv.) (Coleoptera, Tenebrionidae).Thèse de Magister en sciences agronomiques, option Ecologie, INA, El-Harrach, Algerie.
184. 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.
185. YEDIDIA, I., BENHAMOU, A.N.D., KAPULNIK, Y., CHETI., 2000- Induction and accumulation of PR proteins activity during early stages of root colonization by the mycoparasite *Trichoderma harzianum* strain T-203. *Plant physiol. Biochem.* 38: 863-873.
186. 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.

Annexes



➤ Appareils et les produits

Milieu de culture	Matériel et Appareillage	Produits	Verreries
Gélose sabouraud	Balance analytique- Pince stériles- Spatule Etuvet- four de séchage 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- Mortier et pilon	<i>Mentha spicata</i> - <i>Ruta graveolens</i> L L'eau distillée- L'eau de javel diluée- Antibiotiques- Gélose sabouraud	Tube en verre brun-Boîtes stérile- Bec benzène-lame Micrométrique- Flacons- boîtes Pétri-Tubes à essai- Micropipette- Bécher- Entonnoir

➤ Préparation du milieu de culture

Placer une bouteille de milieu gélose sabouraud contenant 180 ml dans bain-marie à une température de 90 C°, et lorsqu'elle fond, on y ajoute 4 ml d'antibiotique la stériliser et la conserver pour l'emploi.

الملخص:

تأثير المبيد الفطري للمستخلصات النباتية للنوع *Mentha spicata* و *Ruta graveolens* على مرض اللفحة المبكرة للبطاطا في منطقة الواد.

اللفحة المبكرة هو مرض خفي يؤثر على إنتاج البطاطا بمنطقة الوادي، وتحديد العزلات الفطرية حصلنا على نوعين من الفطريات (*Alternaria alternaria*, *Alternaria solani*) إلا أن الصنف *Alternaria solani* هو الأكثر انتشاراً في جميع المواقع المدروسة الذي عملنا عليه.

في إطار البحث عن وسائل بديلة لمبيدات الفطريات الكيميائية ضد اللفحة المبكرة باستخدام البدائل البيولوجية. تم اختيار نباتين على مستويات مناخية حيوية مختلفة هما *Mentha spicata* من منطقة الوادي و *Ruta Graveolens* L منطقة قالمة. تم اختبار مستخلصات الزيت الاساسي لنبات *Mentha spicata* والمستخلص المائي للنبات لنفس النبات و *Ruta Graveolens* L. اظهرت نتائج النشاط المضاد للفطريات ان الزيت العطري كان فعالاً من جرعة 20 ul بنسبة التثبيط 100%، الا ان المستخلصات المائية للنباتين كانت اقل فعالية في تثبيط نمو الفطريات.

الكلمات المفتاحية : *Alternaria solani* , مكافحة بيولوجية , نشاط مضاد للفطريات , *Mentha spicata* , *Ruta graveolens* , معدل التثبيط.

Résumé :

Effet fongicide des extraits des plantes de la *Mentha spicata* L. et *Ruta graveolens* L. sur l'alternariose de la pomme de terre dans la région d'El Oued.

L'alternariose, est une maladie cryptogamique affecte la production de pomme de terre de la région d'El-Oued. L'identification des isolats fongiques, montre la présence de deux souches de champignons (*Alternaria alternaria*, *Alternaria solani*), mais l'espèce *Alternaria solani* est la plus répandue dans tous les sites étudiés.

Dans le cadre de la recherche à des moyens alternatifs aux fongicides chimiques contre l'alternariose en utilisant des alternatives biologiques, deux plantes à des étages bioclimatiques différentes ont été choisies dont *Mentha spicata* de la région d'El-Oued et *Ruta graveolens* L provenant de la région de Guelma. En effet, des extraits de l'huile essentielle de *Mentha spicata* et les extraits aqueux de la plante elle-même et de la *Ruta graveolens* L ont été testés. Les résultats de l'activité antifongique révèlent que l'huile essentielle a été efficace à partir de la dose de 20 ul avec un taux d'inhibition de 100%, en revanche l'extraits aqueux des deux plantes ont été moins efficace dans l'inhibition de la croissance mycélienne.

Mots clés : *Alternaria solani*, lutte biologique, Activité antifongique, *Mentha spicata*, *Ruta graveolens*, taux d'inhibition.

Abstract:

Fungicidal effect of spearmint *Mentha spicata* and *Ruta graveolens* plant extracts on potato early blight in the El Oued region

Early blight is a cryptogamic disease affecting potato production in the El-Oued region. The identification of fungal isolates shows the presence of two strains of fungi (*Alternaria alternaria*, *Alternaria solani*), but the *Alternaria solani* species is the most widespread in all the sites studied.

As part of the research into alternative means to chemical fungicides against early blight using biological alternatives, two plants at different bioclimatic levels were chosen including *Mentha spicata* from the El-Oued region and *Ruta graveolens* L from the Guelma region. Indeed, extracts of the essential oil of *Mentha spicata* and aqueous extracts of the same plant and of *Ruta graveolens* L were tested. The results of the antifungal activity reveal that the essential oil was effective from a dose of 20 µl with an inhibition rate of 100%, however the aqueous extracts of the two plants were less effective in the inhibition of mycelial growth.

Key words : *Alternaria solani*, biological control, Antifungal activity, *Mentha spicata*, *Ruta graveolens*, Inhibition rate.