N° d'ordre :

N° de série :

الجمهورية الجزائرية الدمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعـليـم العالـي والـبحث الـعلـمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامـعة الشهيد حمه لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar EL-OUED

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية

Département de Biologie Cellulaire et Moléculaire

قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية

Département de Biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biodiversité Et Environnement

THEME

Isolement et identification des champignons responsable de la détérioration des pommes de terre dans la région d'Oued Souf

Présenté par :

Mohammed El Hadi HENKA

Said LAGGOUN

Salim TERKI

Devant le jury composé de :

Président :	Dr.**DJOUDI Abdelhak.**	M.A.A,	Université d'El Oued.
Examinateur :	Dr.**HADADE AZZEDINE**.	M.C.A,	Université d'El Oued.
Promotrice:	Dr.**MEKHEDMI Nour El Houda**.	M.C.B,	Université d'El Oued
Co-Promotrice:	**Ben Amor Safia**. Doctorante		Université Blida 1

- Année universitaire 2021/2022 -

بسم الله

Remerciements

je remercie tout d’abord Le Plus Puissant **ALLAH** le tout puissant de m’avoir illuminé et ouvert les portes de savoir, et de m’avoir donné la volonté et le courage d’élaborer ce travail

Toutes les expressions de l’estime et de gratitude du monde sont insuffisantes pour exprimer nos remerciements à nos parents qui nous ont accompagnés tout au long de notre étude.

Au terme de ce travail nous exprimons tout d’abord nos profonds remerciements aux membres de jury : Dr . **Djoudi Abdelhak** et Dr **Haddad Azzedine** qui ont accepté de juger notre travail.

Nos remerciements à notre promotrice **Dr: Mekhadmi nour el-houda** pour avoir accepté l’encadrement de ce travail, sa générosité, sa gentillesse, son encouragement, son soutien et de nous avoir fait confiance tout au long de la préparation de ce travail, qu’elle trouve ici toute mes gratitudes

Nos remerciements s'adressent également à tous les enseignants et tous les responsables de la faculté de sciences de la nature et la vie de l'université Echahid Hamma Lakhdar El Oued

Une grande pensée pour tous mes amis (es) qui m’ont soutenue au cours de ces années. Enfin, je remercie toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail

Dédicaces

A mes chers parents, à ma mère et mon père qui m'ont soutenu tout au long de mon parcours d'étude.

A ma deuxième maman **BOUSBIA IBRAHIM Aida** et ma grande sœur **BEN AMOR SAFIA** pour leurs conseils et leurs orientations.

Et spéciale Dédicaces pour Dr **BENALI Abdelhai** et **Pr.LAKHDARI**

Je me remercie pour ma patience, mes efforts et pour avoir surmonter les circonstances difficiles.

Ce modeste travail est dédié également à mes chers collègues et amis: **Abd Elbasset, Tadj Eddin, Wissam, Nesrine, Sara, Anfal, Djawhar** et tous les autres qui ne sont pas cités.

Dédicaces spéciales à **Ayoub, Abdelkader, nacereddine, Kaddour** et **Bilal**.

Je dédie ce travail à toute ma familles, en commençant par la fleur de mon cœur ma petite seule **sœur Miral et mes chers frères : El-bachir, El-habib, Oussama et Kouraichi.**

Sans oublier l'équipe de mon travail, mes chers collègues: Le **Boss Mohammed Ali** , **Mr.Brahim, Safa et Hamida**

Mohammed El -Hadi

Dédicaces

Merci Allah (mon dieu) de m'avoir donné la capacité d'écrie bout de rêve et de bonheur de lever mes mains Vers le ciel et de dire" ya kayoum ".

Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère

A mon père, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

*A Mme.**MEKHEDMI Nour el houda** , qu'il a fait preuve d'une patience et a été un grand apport pour la réalisation de ce travail ses conseils ses orientation ainsi que son soutien moral et scientifique. Son encadrement était de plus exemplaire.*

Said

Dédicaces

Merci Allah (mon dieu) de m'avoir donné la capacité d'écrie bout de rêve et de bonheur de lever mes mains
Vers le ciel et de dire" ya kayoum ".

Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère

A mon père, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

*A Mme.**MEKHEDMI Nour el houda** , qu'il a fait preuve d'une patience et a été un grand apport pour la réalisation de ce travail ses conseils ses orientation ainsi que son soutien moral et scientifique. Son encadrement était de plus exemplaire.*

salim

Résumé

Compte tenu du grand nombre de molécules biologiquement actives qu'elles contiennent, les plantes médicinales font actuellement l'objet d'une large attention. Notre étude s'articule autour deux parties ; la première c'est l'évaluation de l'activité antioxydante par le test de DPPH d'huile essentielle obtenue par hydrodistillation et d'extrait (éthanolique et méthanolique) obtenu pas macération de la plante de *Pituranthos chloranthus* Les résultats montrent que la meilleure activité a été enregistrée chez l'extrait éthanolique avec un IC50 = 1.71 mg/l.

La deuxiéme partie de notre travail a porté sur l'étude de l'activité antifongique de l'huile essentielle de *Pituranthos chloranthus* vis-à-vis de deux souches phytopathogènes ; *Alternaria* sp. et *Fusarium sp.* ,qui ont été préalablement isolés et identifiés (à partir de pomme de terre), le résultat montre que l'effet de l'huile essentielle est plus efficace contre *Alternaria* sp avec un taux d'inhibition peut atteindre jusqu'à 72%.

Mots clés : *Pituranthos chloranthus*, huile essentielle, extraits, activité antioxydante, *Alternaria* sp., *Fusarium sp.*.

ملخص

نظرًا للعدد الكبير من الجزيئات النشطة بيولوجيًا التي تحتوي عليها ، فإن النباتات الطبية تخضع حاليًا لاهتمام واسع النطاق. تتمحور دراستنا حول جزأين ؛ الأول هو تقييم النشاط المضاد للأكسدة عن طريق اختبار DPPH للزيت العطري الذي تم الحصول عليه بالتقطير المائي والمستخلص (الإيثانولي والميثانولي) الذي تم الحصول عليه عن طريق النقع في نبات *Pituranthos chloranthus*. وأظهرت النتائج أنه تم تسجيل أفضل نشاط في المستخلص الإيثانولي = EC50 1.71 ميكروغرام / مل.

ركز الجزء الثاني من عملنا على دراسة النشاط المضاد للفطريات للزيت العطري من *Pituranthos chloranthus* ضد سلالتين ممرضتين للنبات ؛ *Alternaria sp.* و *Fusarium sp.* ، اللذان تم عزلهما وتحديدهما مسبقًا (من البطاطس) ، تظهر النتيجة أن تأثير الزيت العطري أكثر فعالية ضد *Alternaria sp.* مع معدل تثبيط يمكن أن يصل 72 %.

الكلمات المفتاحية: Pituranthos chloranthus ، زيت عطري ، مستخلصات ، نشاط مضاد للأكسدة ، *Alternaria sp.*، *Fusarium sp.*

Liste des figures

N	Titre	page
1	Plant de pomme de terre	6
2	Coupe longitudinale d'un tubercule de pomme de terre	7
3	Principaux organes extérieurs du tubercule de pomme de terre	7
4	Valeur nutritionnelle biochimiques et moléculaires de pomme de terre	14
5	a) *Sporocystes du P.infestans;* b) *Oogone du P.infestans*	25
6	Symptômes de la maladie sur : A) tubercule de pomme de terre ; b) feuilles de pomme de terre ; c) tiges de pomme de terre	25
7	Le cycle de développement du rhizoctone brun sur la pomme de terre	27
8	*Symptômes de la maladie* Des petitestaches noires arrondiessur le tubercule	27
9	Cycle de vie des *Colletotrichum coccodes*	29
10	Dartrose	30
11	Cycle de dissémination de la maladie	32
12	Tache Argentée causée par *Helminthosporium solani*	32
13	Blastospores d'*Alternaria solania*	37
14	Localisation des zones d'études	40
15	Les différentes parties de la plante *Pituranthos chloranthus*	42
16	L'image de droite est le site A et l'image de gauche est le site B avec G:100	43
17	Préparation des extraits par macération	47
18	Schéma du montage d'hydrodistillation.	48
19	Schème explique l'activité antioxydante par le test DPPH	50
20	Rendements des extraits *Pituranthos chloranthus*	53

21	Courbe standard pour l'acide gallique	54
22	Teneurs en polyphénols des extraits de *Pituranthos chloranthus.*	54
23	Teneurs en flavonoïdes totaux des quatre extraits de *Pituranthos chloranthus.*	55
24	Pourcentage d'inhibition I % en termes de concentration d'extrait méthanol	56
25	Pourcentage d'inhibition I % en termes de concentration d'extrait d'éthanolique	56
26	Pourcentage d'inhibition I % en termes de concentration de l'huile essentielle	56
27	Valeurs EC50 pour les extraits de *Pituranthos chloranthus* et l'huile essentielle	57
28	Aspect macroscopique et microscopique de *Alternaria* sp	58
29	Aspect macroscopique et microscopique de *Fusarium sp.*	58
30	Effet l'huile essentielle à partir de *Pituranthos chloranthus* sur le développement des colonies de *Alternaria sp*	59
31	Effet l'huile essentielle à partir de *Pituranthos chloranthus* sur le développement des colonies de *Fusarium sp*	60
32	Taux d'inhibition d'huile essentielle vis-à-vis des champignons phytopathogènes	60

Liste des tableaux

N	Titre	page
1	Principaux fongicides actifs sur l ’Alternariose de pomme de terre.	38
2	La station climatique (ONM) l'Office National Météorologique est située dans la Daïra de Guemar au Nord de ville d'El Oued.	40
3	L’Echantillonnage fait avec l'utilisation des matériels suivants	40
4	Feuilles inféctées de pomme de terre	44
5	Caractéristiques des extraits végétaux et leurs ratios de rendement par rapport à leur poids sec	53
6	polyphénol mg GAE/ 100 g dans les extraits	55
7	Caractéristiques macroscopiques des souches étudiées	58
8	Caracteristiques microscopiques des souches étudiées	59
9	Observation macroscopiques de champignons phytopathogène	60
10	Obsorvation microscopique Après et avant application de l'huile essentielle	61

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Liste des figures9

Liste des tableaux

Introduction Générale

Partie Bibliographie

Chapitre I

Étude de la plante hôte : La pomme de terre

I.1. Généralités 5

I.2. Classification de la pomme de terre : 5

I.3. Description Botanique: 6

I.3.1.Description de l'Appareil aérien: 6

I.3.2. L'Appareil souterrain 7

I.4. Cycle de reproduction et physiologie : 8

I.4.1. Cycle sexué : 8

I.4.2. Cycle végétatif : 8

I.4.2.1. dormance : 8

I.4.2.2. germination : 8

I.4.2.3. croissance : 9

I.4.2.4. tubérisation : 9

I.5.Variétés 9

I.6. Exigences culturales 10

I.6.1.Semis 10

I.6.2. Luminosité 12

I.6.3. Humidité 12

I.6.4. La pluviométrie....12
I.6.5. L'hygrométrie....13
I.6.6. Les vents....13
I.6.7. L'altitude....13
I.6.8. sol....13
I.7.Valeur nutritionnelle biochimiques et moléculaires....13
I.7.1. Protéines :....15
I.7.2. Polyamines :....15
I.7.3. Lipides :....15
I.7.3.Polysaccharides :....15
I.7.5. Polyphénols et α-tocophérol :....16
I.8 Organismes nuisibles de qualité réglementés....16
I.9 Organismes nuisibles de quarantaine....17
I.10 Autres organismes nuisibles....18

Chapitre II

Les Champignons

II.1. Définition....20
II.2. Systèmes de classification et d'identification des champignons....20
II.2.1. Identification morphologique....20
II.2.2. Identification génétique....21
II.2.3. Classification basée sur des critères morphologiques....21
II.2.4. Classifications moléculaires....22
II.3. Les champignons phytopathogènes....22
II.3.1. Les champignons à plasmode (*Plasmodio phoromycota*) :....22
II.3.2. Les champignons à thalle unicellulaire ou filamenteux cœnocytiques :....22
II.4. Les Maladies fongiques de la pomme de terre.....23
II.4.1. Mildiou causé par *Phytophthora Infestans* (Bryant et al, 2006).....23
II.4.1.1. Classification :....24

II.4.1.3.Description des dégâts 25
II.4.2. Rhizoctone noir causé par *Rhizoctonia sp.* 25
II.4.2.1. Classification 26
II.4.2.2. Cycle biologique : 26
II.4.2.3.. Description des dégâts 27
II.4.3. Dartrose causée par *Colletotrichum coccodes* 27
II.4.3.1. Classification 27
II.4.3.2. Cycle de la maladie 28
II.4.3.3. Description des dégâts 29
II.4.4. Tache Argentée causée par *Helminthosporium solani* 30
II.4.4.1 Taxonomie 30
II.4.4.2 Cycle de dissémination de la maladie 30
II.4.4.3. Description des dégâts 31
II.4.5. Gangrène (pourriture sèche) *Phoma foveata* 32
II.4.6. l'Alternariose 32
II.4.6.1. Définition de la maladie 32
II.4.6.2. Classification 33
II.4.6.3. Cycle infectieux 33
II.4.6.4. Dégâts provoqués par la maladie 34
II.4.6.5. Etudes symptomatologique 35
II.4.6.6. *Alternaria* de la pomme de terre 36
II.4.6.8. Les mesures prophylactiques 37
II.4.6.9. lutte chimique 37

Partie pratique

Matériel et méthodes

I.1. Description de la région d'étude : 39
I.2. Matériel 40
I.2.1 Matériel non biologique : 40

I.2.2 Matériel biologique 40
I.2.2.1. Pomme de Terre (*Solanum tuberosum* L.) 40
I.3. Méthodes 41
I.3.1 Méthodes d'échantillonnage 41
1.3.2- Isolement d'agent d'antagonismes 41
I.3.3- Identification des moisissures 42
I.3.3.1- Identification macroscopiques 42
I.3.3.2-Identification microscopiques 43
I.3.4 Préparation des extraits de la plante (éthanolique et méthanolique) 43
I.3.5.Calcul du rendement des extraits : 44
I.3.6.Extraction par hydrodistillation (HD) 44
I.3.7. Analyses photochimiques 46
I.3.8 Les activités biologiques des extraits de la plante étudiée 47
I.3.8.1. L'activité antioxydante par le test DPPH 47
I.3.8.2. Activité antifongique 47
I.3.8.3 Taux d'inhibition 48
Résultats et discussions ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
II.1.Résultats ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
II.1.1.Calcul des rendements des extraits ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
II.1.2. Composition chimique ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
II.1.2.1. Teneur en polyphénols totaux ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
II.1.2.2. Teneur en flavonoïdes ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
II.1.2.3. L'activité antioxydante ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
II.1.1.3. Isolement et identification de la flore fongique ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
II.1.3.3. Activité antifongique ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
II.1.3.3.1. Activité antifongique des extraits aqueux des plantes spontanées sur les champignons phytopathogènes ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

II.1.3.3.2. Effet d'huile essentielle testés sur la morphologie des spores ... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

II.2.Discussion ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

II.2.1. Rendements des extraits:..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

II.2.2. Composition chimique ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

II.2.2-1. Teneur en polyphénols totaux..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

II.2.2-2. Teneur en flavonoïdes..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

II.2.2.3. L'activité antioxydante ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

II.2.3.Taux d'inhibition d'huile essentielle vis-à-vis des champignons phytopathogènes:... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Conclusion.....50

Conclusion.....51

Références 52

Introduction Générale

L'un des plantes sauvages domestiquées c'est la pomme de terre (*Solanum Tuberosum* L.) est une plante herbacée tubéreuse originaire d'Andes une chaine montagneuse de West d'Amérique latine. Sa production mondiale s'élevait à 368,2 millions de tonnes en 2018 équivalent de population mondiale de 7 631,1 millions **(FAO, 2019).**

Selon APHLIS(Système d'information africain) sur les pertes post-récoltel'indice du gaspillage alimentaire ils proviennent principalement des pertes enregistrées sur le manioc et les pommes de terre, des produits pour lesquels le volume de données déclarées est important**(Lundqvist *et al*, 2008)** nous permettront de suivre les progrès accomplis sur la voie de la cible**(FAO, 2019 ; Bellemare *et al*, 2017).**Des ODD, en partant d'une base de référence plus fiable.

En fait, le manioc est l'aliment le plus périssable dans la catégorie des racines et tubercules: il peut s'altérer dans les deux ou trois jours qui suivent sa récolte; les pommes de terre, quant à elles, nécessitent une manutention précautionneuse et un stockage adéquat, surtout sous les climats chauds et humides de nombreux pays en développement**(Ajde, 2019 ; Fusions, 2015).**

Concernant les pertes de base enregistrées qui atteint 25% de production et de stockage **(FAO. 2021).** Dans la pratique agricole, le cycle de production de la pomme de terre est principalement végétatif, les tubercules produits constituant à la fois un organe de reproduction asexuée et la partie alimentaire de la plante**(Chaboud et Daviron, 2017).**

Dans la recherche scientifique c'est un élément idéale pour le développement scientifique vitale comme les milieux de cultures à base de pomme de terre, il propose beaucoup propriétés (antioxydants, donneurs d'hydrogène oud'électron, chélater les métaux, régénérateur, colorateur a jaune-orange …etc) dont les expériences à partir base radicale descultures in vitro celle-ci plus importante que les autres cultures **(BLOKHINA *et al*, 2003) (SMIRNOFF, 2008) (GRACE, 2005) (MORRIS *et al*, 2004).**

La Fusariose (la pourriture sèche) : Elle est provoquée par des champignons du genre Fusarium (*Fusarium roseum var. sambucinum*et *Fusarium sp.* var. coeruleum) ; le tubercule et la terre contaminés sont les vecteurs de propagation de ces champignons, est une maladie redoutabledéfoliateur le plus important de la pomme de terre, *Solanum tuberosum* l. **(French *et al*, 1993).**

Il se distribue aujourd'hui d'Amérique centrale au Canada et de l'ouest de l'Europe à la Chine **(Brust, 1994).**

L'Alternariose est provoqué par les champignons *Alternaria sp.* et Alternariaalternatase transmet par le vent et la pluie finira par des symptômes qui se

localisées :Sur les feuilles ; figures commedes taches nécrotiques, bien délimitées, de taille variable, situées sur les feuilles du bas ; sur les tubercules : pourritures brunes à noires,très sèches avec une dépression aérienne ou tellurique **(ITCF-ITPT, 1998).**

Le statut debioagresseur qu'on lui attribue a grandement évolué depuis l'apparition chez lui d'une résistance aux fongicides, ainsi que d'une plantation accrue de monocultures de pommes de terre, ce qui favorise l'augmentation des populations d'années en années **(Lee *et al,* 1994)**. Ainsi, les programmes actuels de gestion et de contrôle de l'infestation fongique doivent passer par une meilleure connaissance de leur dynamique de cycle de développement, ainsi que de leurs interactions avec diverses essences hôtes **(Logan *et al,* 1985).**

En conditions naturelles, les hôtes fongiques sont généralement limités à des espèces de la famille des Solanacées, principalement du genre Solanum ; en laboratoire, des espèces de quelques autres familles peuvent être acceptées par ces deux genres de champignons phytopathogènes Fusarium etAlternaria**(Hsiao et Fraenkel, 1968).**

Partie Bibliographie

Chapitre I

Étude de la plante hôte : La pomme de terre

I.1. Généralités

Parmi toutes les espèces maraichères, c'est incontestablement la pomme de terre qui a connu la progression la plus forte et la plus régulière au sein des systèmes de culture en Algérie depuis l'indépendance (1962).

La pomme de terre (*Solanum tuberosum*L.) appartient à la famille des Solanacées, genre *Solanum* **(Quézel et SANTA, 1963),** comprend 1000 espèces dont plus de 200 sont tubéreuses **(DORE *et al*, 2006 ; HAWKES, 1990)** , on pensait autrefois que la pomme de terre était issue d'une plante sauvage unique, l'espèce *S. tuberosum*, dès 1929, les botanistes avaient montré que cette origine était plus complexe et que l'on retrouvait parmi les ancêtres des espèces de pomme de terre cultivées, des plantes sauvages différentes **(ROUSSELLE *et al*, 1992 ; DORE *et al*,2006).**

Bien que les céréales majeures forment la base de l'alimentation humaine, la pomme de terre est aussi importante comme source alimentaire dans la plupart des régions du monde.

Il n'y a pas de document sur la date précise d'arrivée de cette plante en Europe, il est probable qu'a l'époque, personne n'imaginait l'importance que pourrait prendre cette production agricole. On pense, cependant, que la pomme de terre arriva quelque années avant la fin du XVIème siècle et ceci par deux entrées; la première l'Espagne vers 1570 et la seconde des îles Britanniques (1588-1593) **(ROUSSELLE *et al*, 1996).**

En Algérie, la pomme de terre a probablement, été introduite une première fois au XVIème siècle par les Maures andalous qui ont propagé les autres cultures dans la région : tomate, poivron, maïs, tabac… puis elle est tombée dans l'oubli n'ayant pas suscité d'intérêt. **(DJEBBOUR, 2015)**

I.2. Classification de la pomme de terre :

- **Selon (HAWKES, 1990) la place de la pomme de terre dans le règne végétal est:**

Ordre : *Solanales*

Famille : *Solanaceae*

Genre : *Solanum*

Section : *Petota*

Série : *Tuberosa*

Espèce : *Solanum tuberosum*L

- **Appellations selon les pays :**

Andes :Papa ;Italie :Tratatuffi ,Tartuffoli, Patata ,Savoie : Cartoufle ,Allemagne :Kartoffel ,Irlande :Potato ,Russie :Kartopfel, Pays Arabes : Batata,France :Truffole, Tartouste, Orange royale, Pomme de terre **(Gocher et Lusson, 2001) .**

I.3. Description Botanique:

La plante est une espèce herbacée vivace par ces tubercules mais cultivée en culture annuelle selon (**Rousselle *et al,* 1996**).Les différentes espèces et variétés de pomme de terre ont des caractéristiques botaniques différentes. C'est pour cela qu'il est nécessaire de connaitre les différentes parties de la plante (**Bamouh, 1999**).

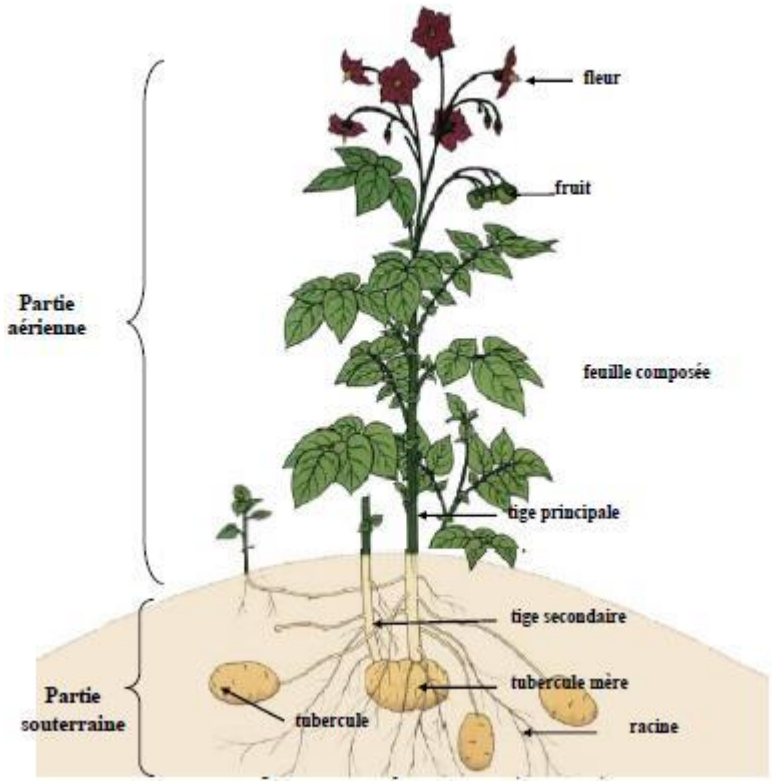

Figure 1: Plant de pomme de terre **(FAO, 2015)**

I.3.1.Description de l'Appareil aérien:

Chaque plante est composée d'une ou plusieurs tiges herbacées s de port plus ou moins dressé et portant des feuilles composées (**Rousselle *et al,* 1992**). Comme les tiges et les feuilles, l e fruit contient une quantité significative de solanine, un alcaloïde toxique caractéristique du genre. Les inflorescences s ont des cymes axillaires, les fleurs sont autogames : ne contiennent pas de nectar, elles sont donc peu visitées par les insectes e t la fécondation croisée est presque inexistante dans la nature (**Rousselle *et al,* 1992**). Certaines fleurs sont souvent stériles. La production de fruits est généralement r are parfois nulle. On

connaît des variétés de pommes de terre qui fleurissent abondamment mais qui ne fructifient pas (**Soltner, 1988**).

I.3.2. L'Appareil souterrain

Le système souterrain représente la partie la plus intéressante de la plante puisqu'on y trouve les tubercules qui confèrent à l a pomme de terre sa valeur alimentaire. L'appareil souterrain comprend le tubercule mère desséché et des tige souterraines ou stolons (**Bernhards, 1998**).

Le tubercule de pomme de terre n'est pas une portion de racine, c'est une tige souterraine. Comme toutes les tiges, il est constitué d'entre nœuds, courts et tapissais dans le cas présent, et porte des bourgeons que l'on appelle les « yeux » situés dans de petites dépressions. En se développant, les bourgeons donnent les germes et les futures tiges aériennes. Les racines prennent naissance sur différentes parties : au niveau des nœuds enterrés des tiges feuillées, au niveau des nœuds des stolons ou encore au niveau des yeux du tubercule. (**Fig. 2, 3) (Boufares, 2012)**

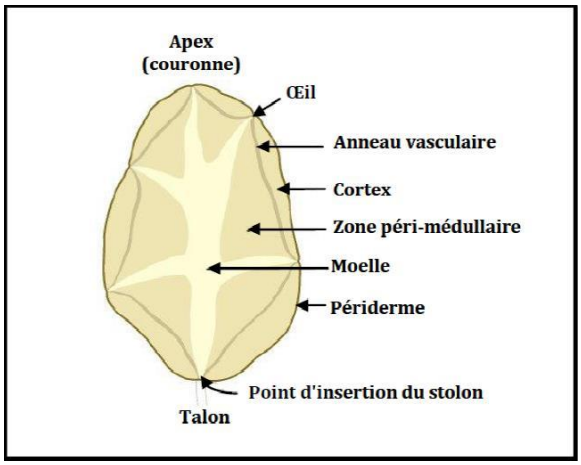

Figure 2 : Coupe longitudinale d'un tubercule de pomme de terre **(Boufares, 2012)**

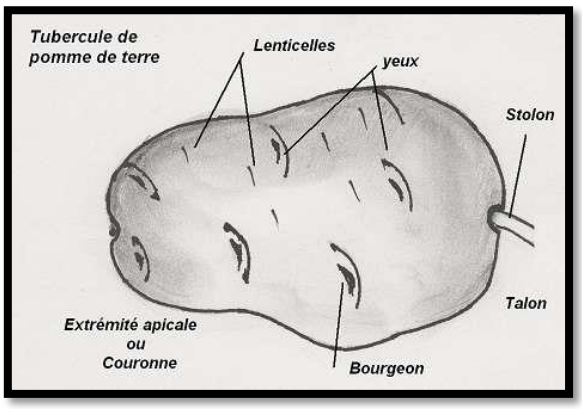

Figure 3: Principaux organes extérieurs du tubercule de pomme de terre **(Boufares, 2012).**

I.4. Cycle de reproduction et physiologie :

I.4.1. Cycle sexué :

Le fruit est une baie sphérique ou ovoïde de 1 à 3 centimètre s de diamètre, il contient généralement plusieurs dizaines de graines **(Bernhards, 1998)**, et peut contenir jusqu'à 200 graines **(Rousselle *et al,* 1992).**La pomme de terre est très peu reproduite par graines dans la pratique agricole, cependant la graine est l'outil de création variétale **(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 a - dessus, et s'enfoncent dans le sol pour donner des tubercules **(Bernhards, 1998).**

I.4.2. 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 quatre étapes :

I.4.2.1. dormance :

Après la récolte, la plupart des variétés de pommes de terre traversent une période où le tubercule ne germe pas, quelles que soient les conditions de température, et d'humidité. Il s'agit de la période de dormance, et sa durée dépend beaucoup de la variété et des conditions d'entreposage, et surtout de la température **(PERON, 2006)**.Pour hâter la germination, on peut traiter chimiquement les tubercules de semence ou les exposer alternativement à des températures élevées et basses **(Belguendouz, 2012).**

I.4.2.2. germination :

D'après **Ellisseche (2008)**, lorsqu'un tubercule est placé dans des conditions d'environnement favorables (16-20°C, 60-80% d'humidité relative) aussitôt après la fin de son repos végétatif, il commence à germer. Après une évolution physiologique interne les tubercules deviennent capables d'émettre des bourgeons, une évolution interne du tubercule conduit d'abord à un seul germe qui se développe lentement et dans ce cas c'est toujours le germe issu du bourgeon terminal qui inhibe les autres bourgeons : ce phénomène est la dominance apicale **(Soltner, 2005)**. Puis un petit nombre de germes à croissance rapide se développent. Ensuite un nombre de plus en plus élevé de germes démarrent, traduisant une

perte progressive de la dominance apicale. Ils s'allongent lentement, se ramifient, deviennent filiformes et finalement tubérisent **(Bernhards, 1998).**

I.4.2.3. croissance :

Une fois le tubercule mis en terre au stade physiologique adéquat, les germes se transforment en dessous du sol en tiges herbacées pourvues de feuilles ce qui rend la plante autotrophe dés que la surface foliaire atteint 300 à 400 cm² **(Rousselle *et al*, 1996)**. Les bourgeons axillaires donnent, audessus du sol des rameaux, et en dessous, des stolons **(Soltner, 2005)**.

I.4.2.4. tubérisation :

Le tubercule est la justification économique de la culture de pomme de terre puisqu'il constitue la partie alimentaire de la plante et en même temps, son organe de propagation le plus fréquent. Ce phénomène de tubérisation commence d'abord par un arrêt d'élongation des stolons après une période de croissance.

La tubérisation est réalisée dès que le diamètre des ébauches est le double de celui des stolons qui les portent. Outre les processus de multiplication cellulaire, le grossissement des ébauches de tubercules s'effectue par accumulation dans les tissus des substances de réserve synthétisées par le feuillage. Ce grossissement ralentit puis 'arrête au cours de la sénescence du feuillage **(Bernhards, 1998)**. Le modèle de développement suivi par les tubercules varie considérablement entre les tubercules d'une même plante. Une hiérarchie s'établit entre ces organes de stockage qui entrent en compétition pour les nutriments : les tubercules croissant le plus vite limitent le développement des autres tubercules **(Verhees, 2002)**.

I.5.Variétés

La liste suisse des variétés de pomme de terre 2015 recommande 32 variétés **(Schwärzel *et al*, 2014)**.la liste algérienne 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 sont caractérisées par la rapidité de leur vieillissement qui peut être défini comme étant l'évolution de l'âge physiologique du tubercule **(Delaplace, 2007)**. 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)**. Dans un premier temps, les réserves en amidon de la pomme de terre vont permettre la

croissance des germes. Dans un deuxième temps, à la suite de la levée, les feuilles fourniront l'énergie nécessaire par photosynthèse **(Mazoyer, 2002)**. Les trois principaux facteurs faisant varier le vieillissement sont la génétique de la variété, l'âge chronologique du tubercule et l'environnement dans lequel il se trouve **(Reust, 1981; Reust *et al*, 2001; Delaplace 2007)**.

- **Pomme de terre primeur :** limiter le nombre de tubercules au profit de leur grosseur et d'une extrême précocité, les principales variétés utilisées sont Nicola, Diamant, Roseval, Yesmina, Timate et Charlotte.
- **Pomme de terre plant :** nombre élevé de tubercules de calibre moyen et d'une bonne précocité.
- **Pomme de terre de consommation (marché du frais) :** un nombre élevé de tubercules d'un calibre moyen à grand, sans toutefois dépasser le calibre supérieur. Les variétés les plus utilisées sont Desirée, Spunta, Diamant, Lisetta et Condor.
- **Pomme de terre de consommation (transformation industrielle) :** un rendement élevé en tubercules et amidon.

I.6. Exigences culturales

Les performances agronomiques des tubercules semences dépendent fortement de leur âge physiologique. Ce paramètre désigne l'état physiologique du tubercule à un moment donné **(Reust, 1986; Coleman, 2000)** et conditionne certaines composantes essentielles du rendement telles que la capacité de cicatrisation des tubercules, le taux de croissance initial de la culture, le nombre de tiges produites ou la date de tubérisation **(Hartmans et Van Loon, 1987; Coleman, 2000).** L'étude du vieillissement des tubercules plants de pomme de terre en stockage présente par ailleurs des finalités fondamentales. La pomme de terre est en effet considérée par plusieurs auteurs comme organisme modèle dans les études de vieillissement **(Kumar et Knowles, 1996; Kumar *et al*, 1999; Coleman, 2000; Zabrouskov *et al*, 2002).** La vigueur de croissance d'un tubercule semence est définie comme étant le potentiel du tubercule à produire des germes et des fanes dans des conditions favorables à la croissance **(Van Der Zaag et Van Loon, 1987).**

I.6.1.Semis

- Le climat : équilibré qui demande exigeante en eau, c'est une culture particulièrement sensible aux périodes prolongées de sécheresse ou d'humidité lors de la formation des fleurs et des tubercules.
- Besoin en eau maximal : depuis la floraison et pendant la formation des tubercules.

➢ Température :

Durant l'été, une ou deux générations sont produites selon les régions et les conditions du milieu **(Hodgson *et al*, 1975; Boiteau et Le Blanc, 1992)**. Les doryphores cherchent à se nourrir sur des plantes hôtes de la famille des Solanaceae. Le choix des hôtes du doryphore est relativement étroit, confiné à quelque 20 espèces de cette famille **(Boiteau et Le Blanc, 1992).**

- Température minimale :

- T° du sol au moment de la plantation : 8°C.
- T° du atmosphère : 20°C **(Krijthe, 1962)** ou 18°C à l'obscurité **(Hartmans et VAN Loon, 1987)**.confirme par **(Scholte, 1987)**.
- Zéro végétatif :
  - Avant prégermination (conservation des plants) :
- 2-5°C a favorise l'émergence de plusieurs germes à la prégermination. D'après **Krijthe (1962)** confirme par **O'brien et Allen (1981), Wurr (1979) et Struik *et al*. (2006)**
- 7-8°C a favorise l'émergence de un à deux germes à la prégermination (dominance apicale).
  - Prégermination : plus elle est élevée, plus la germination est rapide.
  - recommandée :10-12°C.
  - le démarrage de la germination (température entre 4 et 10 °C) **(Rousselle *et al*, 1996; Ben Bouabdellah et Chalah, 2001; Martin et Gravoueille, 2001).**

o La formation du tubercule est optimale lorsque la température est inférieure à 18°C et que les jours sont courts (12 h).

o Au contraire, le développement de l'appareil végétatif est favorisé par des températures élevées (> 25°C) et des jours longs (entre 14 h et 18 h). Le plant de pomme de terre se caractérise par un système racinaire superficiel et il est sensible aux températures élevées.

o Préfeuille de semance: demande la présence de ce quand appelle « Index plastochrone ou phyllochrone » L'utilisation de ces deux index est également envisageable. L'index phyllochrone consiste à mesurer le taux d'apparence des feuilles supérieures à 10 mm et est exprimé en Kelvin*jour en considérant une température de base de 0°C. Les résultats obtenus par **Firman, O'brien et Allen (1995)** sur les variétés cultivées (cv. : cultivated variety) Vanessa, Désirée et Cara se sont cependant révélés contradictoires pour au moins deux des quatre dates de plantation examinées.

➢ La période d'incubation : nouvelles pousses durant un stockage à l'obscurité à 15-20 °C et 90-95 pourcents d'humidité relative **(Reust, 1982; Hartmans et Van Loon, 1987;**

Caldiz *et al*, 2001), une température de 25°C étant moins favorable **(Reust, 1982)**. Cette mesure n'est pas d'application pour les tubercules dits épuisés, incapables de régénérer une plante. D'un point de vue pratique, la période d'incubation a été évaluée sur des lots de 48 tubercules (dégermés si les germes étaient présents) enterrés (sommet affleurant) dans de la perlite humide et maintenus à l'obscurité à 17,5-18,5 °C et 85-90 % de HR **(Hartmans et Van Loon, 1987)**. Afin d'éviter les nécroses subapicales des germes, ces derniers peuvent être humectés tous les deux jours avec une solution aqueuse de CaSO4 0,01 M **(Dyson et Digby, 1975)**. Selon **Claver (1973)**, la période d'incubation prend fin lorsque les bourgeons des germes ou les stolons forment de petits tubercules d'environ 3 mm de diamètre **(Reust, 1986)**.

- La période de stockage, il faut une température inférieure à 6°C et pour la plantation l'optimum est entre 12°C et 15°C (Bensaandi, 2008 ;Spychalla&Desborough ,1990) au cours d'une période de 40 semaines**(Burton, 1989; Dipierro et De Leonardis, 1997; Kumar et Knowles, 1996; Mizuno *et al*, 1997; Zabrouskov *et al*, 2002)**

I.6.2. Luminosité

- Ralentit la germination, renforce les germes et freine l'action de la température , son intensité qui optimise l'activité photosynthétique et par son effet photopériodique qui intervient dans l'induction de la tubérisation **(Agronomie info, 2016)**. **Chibane (1999)** rapporte que la croissance végétative de la pomme de terre est favorisée par la longueur du jour élevée (14 à 18h) et une photopériode inferieure à 12h favorise la tubérisation. L'effet du jour long peut être atténué par les basses températures.

I.6.3. Humidité

- Limite le flétrissement, renforce l'action de la température.
- Humidité relative de l'air optimale : 80–85%.
- La période d'incubation : avec l'obscurci du stokage les nouvelles pousses demande 90-95 pourcents d'humidité relative **(Reust, 1982; Hartmans et Van Loon, 1987; Caldiz *et al*, 2001)**
- GERMINATION : Selon **Ellisseche (2008)**, lorsqu'un tubercule est placé dans des conditions d'environnement favorables (16-20°C, 60-80% d'humidité relative)

I.6.4. La pluviométrie

- Une culture de pommes de terre de 120 à 150 jours consomme de 500 à 700 mm d'eau, et un déficit de plus de 50 pour cent des disponibilités d'eau dans le sol durant la période de croissance réduit les rendements **(FAO, 2008)**.

Selon **Soltner (1990)**, les besoins en eau de cette plante sont très importants, en particulier pendant la phase de grossissement du tubercule , est une culture des régions tempérées qui ne supporte ni la sécheresse ni les fortes pluies **(Nyabyenda, 2005)** ces derniers favorisent le développement des maladies fongiques tel que le mildiou **(Haverkort et Human, 1987).**

I.6.5. L'hygrométrie

- 99-100% humidité relative **(Robbert, 2011)**

I.6.6. Les vents

La partie végétatifaériennetrès sensible en fonction de leur stade de développement on note larésistance des plantes relativement àl'intensité de vent qui joue un rôlemécanique sur ces organes aériennes il peut casse les folioles, feuilles, rameaux et tiges entiers , comme peut prolonge les maladie fongique et dessécher les surface foliaire des fois bruler , le vent est un autre paramètre agro-métrologique , la règlementationd'interdit d'ailleurs 19km/h et 20 à 27km/h défavorable **(www.weenat.com« traitement phytosanitaires comment améliorer l'efficacité de vos intervention grâce a la météo 27sept2021)**

I.6.7. L'altitude

Altitude Jusqu'à ~1900 m **(FAO, 2008).**

I.6.8. sol

- Sol favorable : Léger à mi-lourd,profond,pH 6-7,pauvre en squelette. Alimentation en eau constante. **(Nyabyenda, 2005; Belaid, 1996; Laummonier, 1979; Soltner, 1990; Gravoueille, 1987; Boussa, 1999 et Soufi, 2011)**

I.7.Valeur nutritionnelle biochimiques et moléculaires

Depuis (AGRIS), un programme pluriannuel sur les exploitations, que la FAO propose pour améliorer les statistiques agricoles et rurales la pomme de terre est une bonne source d'énergie et de micronutriments, et sa teneur en protéines est très élevée par rapport aux autres racines et tubercules. Ainsi, les pommes de terre sont un élément important de nombreux régimes alimentaires, mais doivent être équilibrées avec d'autres légumes et céréales complètes **(Hodges *et al*, 2011; WRAP UK, 2017 et Fonteneau, 2017).**

D'autres recherches sont nécessaires pour établir le lien entre la consommation de pommes de terre et le diabète de Type 2.

La pomme de terre est un aliment polyvalent, riche en hydrates de carbone et très populaire dans le monde entier, où elle est préparée et servie de multiples façons. Fraîchement cueillie,

elle contient environ 80 pour cent d'eau et 20 pour cent de matière sèche, dont 60 à 80 pour cent environ d'amidon. La teneur en protéines de la pomme de terre (en poids sec) est semblable à celui des céréales et très élevée par rapport aux autres racines et tubercules. En outre, la pomme de terre est pauvre en lipides.Les pommes de terre sont riches en micronutriments, en particulier en vitamine C – consommée avec sa peau, une pomme de terre de taille moyenne de 150 g couvre près de la moitié des besoins quotidiens d'un adulte (100 mg).

La pomme de terre est une source modérée de fer et sa forte teneur en vitamine C en favorise l'absorption. C'est une bonne source de vitamines B1, B3 et B6 et de sels minéraux comme le potassium, le phosphore et le magnésium, et elle contient en outre des vitamines B9, B5 et B2. Les pommes de terre renferment par ailleurs des antioxydants, utiles dans la prévention des maladies liées au vieillissement, et des fibres alimentaires, essentielles au métabolisme. D'autre part les éléments toxiques de la pomme de terre sont pour se défendre des champignons et insectes, les feuilles, tiges et germes du tubercule contiennent des niveaux élevés d'éléments toxiques appelés glycoalcaloïdes (généralement solanine et chaconine). Les glycoalcaloïdes se trouvent normalement en petite quantité dans le tubercule, et sont essentiellement concentrés juste sous la peau. Les pommes de terre doivent être conservées au frais et à l'abri de la lumière, car l'exposition à la lumière provoque leur verdissement, indicateur des niveaux accrus de chlorophylle, mais aussi de solanine et de chaconine. Comme la cuisson ne détruit pas les glycoalcaloïdes, il faut alors ôter les parties vertes et éplucher les pommes de terre avant de les cuire. (www.potato2008.org)

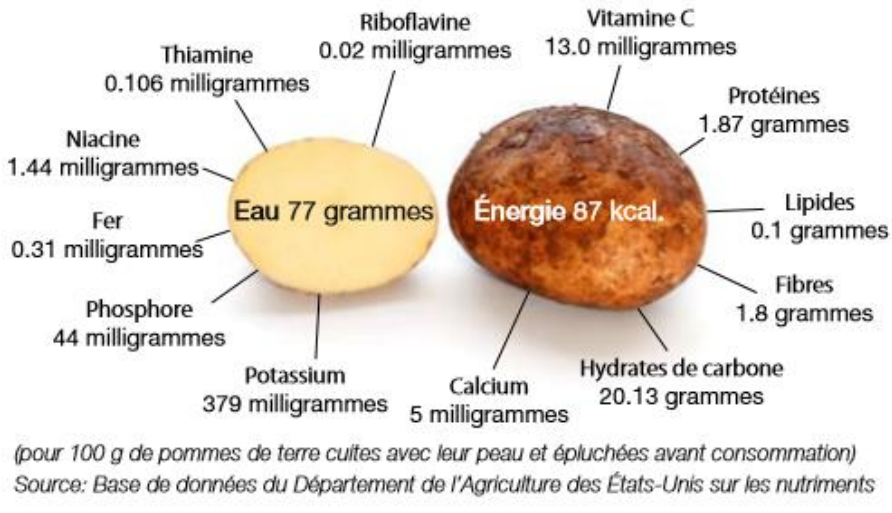

Figure 4 : Valeur nutritionnelle biochimiques et moléculaires de pomme de terre

I.7.1. Protéines :

Durant le vent prestockage le protéines solubles (majoritairement représentées par la patatine de 40 KDa) a été observée **(Kumar et Knowles, 1993)**. avec protéolyse accrue liée (1) à une augmentation de la concentration en protéases de 84, 95 et 125 KDa, (2) à une diminution de la concentration en multicystatine (PMC : Potato MultiCystatin, un inhibiteur des protéases à cystéine) et (3) à des modifications non enzymatiques (oxydation accrue, glycation, désamination) des protéines, les rendant plus sensibles à la dégradation **(Kumar *et al*, 1999).**

I.7.2. Polyamines :

Une augmentation de la synthèse d'acides nucléiques et de protéines marque la fin de la dormance des tubercules **(Apelbaum, 1984; Macdonald et Osborne, 1988).** Du fait du rôle essentielle des polyamines dans les synthèses protéiques, une enzyme appartenant à leur voie métabolique (l'ornithine décarboxylase) a été proposée comme indicateur d'âge physiologique **(Apelbaum, 1984).**

I.7.3. Lipides :

Les lipides représentent environ 0,1 % du poids frais d'un tubercule de pomme de terre. Ce dernier ne contenant pas de réserve importante de lipides, on admet que la composition totale en acides gras du tubercule reflète la composition de ses membranes **(Spychalla et Desborough, 1990)**.

I.7.3.Polysaccharides :

Hartmans et Vanes (1987) ont étudié l'évolution du contenu en amidon et en sucres des germes au cours du vieillissement. Leurs conclusions suggèrent que le processus de vieillissement diminue l'efficacité d'utilisation des composés hydrocarbonés, sans affecter leur translocation dans le tubercule. Des sucres réducteurs (glucose, fructose) découlant de la dépolymérisation de l'amidon s'accumulent dans les tubercules stockés à basse température **(Fauconnier *et al*, 2002).** Des tubercules de la variété Désirée en stockage à 20 °C et traités au CIPC ont par ailleurs montré une très nette augmentation de la concentration en saccharose après 120 jours de stockage **(Fauconnier *et al*, 2002).**

1.7.4. Calcium et régulateurs de croissance :

Il semblerait que la vigueur germinative des tubercules dépende de leur capacité à transporter l'ion calcium vers les méristèmes **(Coleman, 2000)**. Le calcium est en effet souvent considéré comme un ion antisénescence dont le mode d'action passe par une augmentation de l'intégrité membranaire **(kumar et Knowles, 1993a)**. **Lindblom (1966)** a suggéré que la dominance

apicale observée dans les premiers stades du vieillissement est déterminée par le rapport des concentrations en acide indole acétique (IAA : Indole Acetic Acid) et en acide gibbérellique GA3.

I.7.5. Polyphénols et α-tocophérol :

Les polyphénols (flavonoïdes, tannins, esters hydroxycinnamiques et lignine) sont des métabolites secondaires présents sous forme libre ou liée aux parois des tissus végétaux **(Nara *et al*, 2006)**. Ils dérivent tous d'un intermédiaire commun, la phénylalanine ou de son précurseur, l'acide shikimique **(Arts *et al*, 2005)**. Au niveau tissulaire, plus de 50 % des polyphénols sont localisés dans l'épiderme du tubercule de pomme de terre **(Friedman, 1997)**. Dans ce tissu, le polyphénol libre majoritaire est l'acide chlorogénique qui représente plus de 90 % (17 mg / 100 g de tubercules) des composés phénoliques totaux **(Friedman, 1997; Lewis *et al*, 1998)**. L'acide ferrulique est quant à lui le polyphénol lié le plus abondant **(Nara *et al*, 2006; Kumar et Knowles, 1996a; Kumar et Knowles, 1996b)** ont mis en évidence une décroissance rapide du pool d'ascorbate Désordres physiologiques Dégats de traitement

I.8 Organismes nuisibles de qualité réglementés

Il s'agit d'organismes nuisibles pour lesquels une tolérance en végétation et/ou sur lot est admise. Ces organismes font l'objet d'un contrôle réglementaire officiel conformément à l'application du règlement technique annexe de production, contrôle et certification.

La liste, ci-dessous, présente les organismes nuisibles de qualité mentionnés dans le règlement technique annexe :

• En végétation :

- Jambe noire : Erwiniacarotovorasubsp. atrosceptica;
- Virus provoquant des déformations légères ou graves des feuilles;
- Verticilliose : Verticilliumsp;
- Rhizoctone : Rhizoctoniasolani.

• Sur lot :

Les organismes nuisibles non nommés, responsables de :

- Pourriture sèche : Gangrène, Fusariose, Mildiou;
- Pourriture humide : Erwinia;
- Nécrose superficielle d'origine virale : notamment les virus YNTN.

Les organismes nuisibles responsables des affections superficielles des tubercules :

- Gale commune : Streptomyces scabies et Streptomyces sp.;
- Rhizoctone : Rhizoctoniasolani;
- Gale poudreuse : Spongosporasubterranea;
- Taupins : *Agriotes sp.*

I.9 Organismes nuisibles de quarantaine

Il s'agit d'organismes nuisibles pour lesquels aucune tolérance en végétation et/ou sur lot n'est admise. Ces organismes relèvent directement de la directive phytosanitaire 77/93/CEE. Leur contrôle est organisé suivant le règlement technique annexe de production, du contrôle et de certification et des conventions-cadre (du Ministère de l'Agriculture (DGAL) et du GNIS) concernant la délivrance du passeport phytosanitaire, et des certificats phytosanitaires.

La liste ci-dessous présente les organismes de quarantaine mentionnés dans le règlement technique annexe de production, contrôle et de certification :

• En végétation :

- Gale verruqueuse : Synchytriumendobioticum;
- Flétrissement bactérien : Clavibactermichiganensissp. sepedonicus;
- Pourriture brune : Ralstoniasolanacearum;
- Mycoplasme : Stolbur;
- Maladie bronzée de la tomate : Virus du TSWV ou Tomato spotted wilt virus;
- Maladie vermiculaire de la pomme de terre : Ditylenchusdestructor;
- Nématodes à kyste : Globoderapallida et Globoderarosto chiensis.

• Sur lot :

- Gale verruqueuse : *Synchytrium endobioticum*;
- Pourriture brune : *Ralstonia solanacearum*;
- Pourriture annulaire : Clavibactermichiganensis sp. sepedonicus;
- Mycoplasme : Stolbur;
- Nématode à galle : *Meloïdo gynechit woodi* et fallax;

- Nématodes à kyste : *Globodera pallida* et *Globoderarosto chiensis*;
- Maladie bronzée de la tomate : Virus du TSWV ou Tomato spotted wilt virus;
- Doryphore : Leptino tarsadecem lineata;
- Teigne : Phthorimaeao perculella.

** Dans les cas de symptômes douteux correspondants à ceux provoqués par les organismes nuisibles de quarantaines cités ci-dessus, des prélèvements sont effectués pour analyse et identification en laboratoire.*

I.10 Autres organismes nuisibles

La présence d'autres organismes de qualité que ceux mentionnés ci-dessus n'est pas prise en compte directement mais indirectement. On peut citer, à titre d'exemple :

- Le refus ou le déclassement d'une parcelle de multiplication pour un mauvais état cultural provoqué par des attaques de mildiou, d'alternariose, d'insectes (chapitre 4.8 du règlement technique annexe).

- Le refus d'un lot pour l'altération de la germination provoquée par un développement de la gale argentée au niveau des yeux des tubercules.

Chapitre II

Les Champignons

II.1. Définition

Les champignons sont définis comme des organismes eucaryotes, sporogones et non chlorophylliens, se reproduisant par voie sexuée ou asexuée. Le terme « champignons » regroupe principalement : les levures, les champignons filamenteux (communément appelés moisissures) et les champignons supérieures (ou champignons comestibles) **(Sylvain, 1996)**.

a) Les champignons symbiotiques : Il s'agit des champignons mycorhiziens, qui aboutissent des interactions à bénéfices avec les racines des plantes **(Vander et al, 1998).**

b) Les champignons phytopathogènes : Ils établissent des interactions antagonistes avec les plantes **(Vander, 2003).**

c) Les champignons saprophytes (libres) : Ils participent notamment aux processus de décomposition des matières organiques, d'immobilisation des éléments minéraux et établissent des interactions neutres avec la plante. **(Klein et Paschke, 2004)**

II.2. Systèmes de classification et d'identification des champignons

L'identification des très nombreuses espèces fongiques susceptibles de coloniser les végétaux est une étape très importante. En effet, toutes les espèces n'ayant pas les mêmes caractères physiologiques ni les mêmes exigences, l'identification peut donner des indications précieuses sur l'origine d'une contamination et permettre un traitement adapté.

Cette identification a pendant longtemps été exclusivement basée sur l'observation des caractères culturaux et morphologiques de l'espèce. Les progrès récents de la biologie moléculaire ont permis de proposer des outils d'aide à l'identification. **(Massih, 2007).**

Toutefois, la complexité du règne fongique fait, qu'à l'heure actuelle, ces outils ne peuvent pas encore remplacer complètement l'examen morphologique, qui reste la base de l'identification. **(Tabuc, 2007).**

II.2.1. Identification morphologique

L'identification des genres fongiques repose sur des critères morphologiques :

- ***Aspect macroscopique*** du mycélium (aspect, couleur, le relief, la taille et odeur des colonies, ainsi les structures defructification).
- ***Aspect microscopique*** des structures reproductrices (le thalle, les spores, aspect des spores, modes de formation des conidies, mode de groupement des conidies, mode d'implantation des cellules conidiogènes, présence de structures protectrices issues de la reproduction asexuée ou sexuée, présence deschlamydospores).

II.2.2. Identification génétique

De nombreuses études ont visé à développer des méthodes outils d'identification reposant sur l'étude des acides nucléiques (ADN et ARN) qui ne nécessitent plus obligatoirement un examen morphologique **(Hinrikson *et al,* 2005; Feuilhade de Chauvin, 2005; Jin *et al*, 2004).**

Les méthodes les plus intéressantes sont basées sur l'amplification par PCR (Polymerase Chain Reaction) de certaines régions spécifiques comme le gène codant pour la sous-unité 28S ribosomale (région D1-D2) et des régions ITS1 et ITS2 **(Hinrikson *et al,* 2005).**

L'identification moléculaire d'espèces fongiques est, à l'heure actuelle, surtout appliquée en mycologie médicale pour différencier les espèces d'intérêt. En effet, lesinfections fongiques envahissantes sont de plus en plus identifiées comme cause primaire de morbidité et de mortalité, particulièrement chez les immunodéficients **(Aguire *et al,* 2004).**

Cette méthode est aussi utilisée pour différencier et identifier les moisissures responsables de l'altération des aliments, principalement les espèces de *Penicillium* **(Boysen *et al,* 2000; Hageskal *et al,* 2006),** par contre pour les *Fusarium*, les méthodes moléculaires existantes donnent des résultats fréquemment peu concluants et l'examen morphologique classique semble encore une méthode indispensable à l'identification des espèces appartenant à ce genre fongique **(Healy *et al,* 2005).**

Si à l'heure actuelle les outils de d'identification moléculaire ne semblent pas en mesure de remplacer l'identification morphologique classique, il est probable que dans les années à venir, ces méthodes représenteront des outils particulièrement utiles pour la détection et l'identification fongique dans les aliments**. (Tabuc, 2007).**

II.2.3. Classification basée sur des critères morphologiques

La classification des champignons s'est d'abord fondée sur les caractéristiques morphologiques du thalle et les organes de reproduction sexuée. Des niveaux taxonomiques intraspécifiques, essentielles pour le phytopathologiste ne peuvent être identifiés sur base de critères morphologiques. Ces niveaux sont les formes spécialisées (*forma specialis*) qui montrent une spécificité parasitaire vis-à-vis d'une espèce hôte particulière tandis que les races (ou biotypes) s'attaquent spécialement à certains cultivars de l'espèce-hôte, à l'exclusion des autres. **(Lepoivre *et al*, 2003).**

II.2.4. Classifications moléculaires

Les techniques moléculaires ciblant les séquences d'acides nucléiques connaissent un essor important au niveau intraspécifique. Elles permettent de résoudre des problèmes d'identification insolubles par des critères morphologiques. A cet égard, les gènes qui codent pour les ARN ribosomiques présentent un intérêt particulièrement important. Ils sont réunis au sein d'un opéron contenant des régions très conservées (régions codantes correspondant aux molécules 5,8S, 17S et 25S), des régions à faible variabilité (les régions intercalaires ITS) et des régions très variables situées entre les opérons entre les opérons (régions IGS). Les séquences ITS sont largement utilisées pour les comparaisons entre espèces fongiques (**Lepoivre *et al*, 2003).**

II.3. Les champignons phytopathogènes

Les champignons phytopathogènes réduisent de façon importante la productivité des cultures dans le monde entier, causant des pertes économiques importantes.

Les grands groupes des champignons phytopathogènes sont :

II.3.1. Les champignons à plasmode (*Plasmodio phoromycota*) :

Sont des organismes fungiformes dépourvus de paroi dans la majeure partie de leur cycle de développement. Leur thalle est constitué d'un plasmode. Ils sont des parasites d'organes souterrains et de tiges de plantes terrestres chez lesquelles ils provoquent souvent une hypertrophie ou une hyperplasie des tissus infectés. Trois genres présentent des effets pathogènes directs sur la plante : *Plasmodiophora*, *Polymyxa*et *Spongospora*.

II.3.2. Les champignons à thalle unicellulaire ou filamenteux cœnocytiques :

ces espèces sont regroupées au sein de 3 phylums:

A-*Oomycota*: sont caractérisés par un thalle constitué d'une masse de filaments ramifiés non cloisonnés. Ils produisent des zoospores biflagellées et sont responsables de :

- **Fontes des semis**: sont provoquées par les espèces *Pythium*spp.
- **Pourritures radiculaires** : par exemple sur la pomme de terre, ces pourritures sont induites par *Phytophtorainfestans*.
- **Mildious** : les *Peronosporaceae*, parasites obligatoires dont le mycélium se développe entre les cellules des tissus infectées et dans lesquelles il forme des suçoirs, sont responsables de diversmildious.

- **Rouilles blanches:** ce sont des symptômes induits par les *Albuginaceae,* qui sont desparasites obligatoires.

  - **Chytridiomycota:** constitue un phylum avec une classe unique, les Chytridiomycètes. Leur thalle est un mycélium ramifié et produisent des zoospores uniflagellées. Deux genres (Olpidiumet Synchytrium) réunissent des parasites de plantes supérieures qui peuvent également être des vecteurs de maladies vira

  - **Zygomycota:** sont caractérisés par l'absence des zoospores, trois ordres présentent un intérêt agronomique : Mucorales, Entomophthorales et Glomales.

  - **Les Ascomycota :** ce sont des champignons à mycélium cloisonné dont les spores sexuées se forment sur des asques. Les principaux taxons appartenant à ce phylum sont : Archiascomycètes, Pyrénomycètes et Discomycètes.

  - **les Deuteromycota:** encore appelés champignons imparfaits, sont caractérisés par un mycélium sépté et par l'absence de reproduction sexuée. Les principaux genres phytopathogènes sont : Moniliales, Sphaeropsidaleset Mélanconiales.

- **Les *Basidiomycota***: sont des champignons caractérisés par la production de spores monocaryotiques, haploïdes, appelées basidiospores, à l'extérieur de sporocystes appelés basides. Sur le plan de la systématique, on distingue : les Urédinomycètes, les Ustilaginomycètes, les Hyménomycètes.

- **Les Urédinomycètes**: ce sont des champignons parasites responsables des rouilles. Ces rouilles ont généralement un cycle biologique complexe, alternant sur 2 hôtes distincts (rouillesdioïques).

- **Les Ustilaginomycètes**: regroupent un ensemble de champignons provoquant des maladies connues sous le nom de charbons ou caries, avec production de masses caractéristiques de télio spores noires dans les organes floraux ou sur les feuilles.

- **Les Hyménomycètes** : ce sont les *Basidio mycota* typiques caractérisés par des basides non cloisonnées disposées en hyménium dans un appareil fructifère appelé basidiocarpe. Quelques anamorphes d'Hyménomycètes sont caractérisés par l'absence de sporulation tel que *Rhizoctonia sp.*.

Les principaux groupes de maladies causées par les *Basidiomycota* sont les caries et les charbons nus et couverts, caractérisés par la formation des téliospores **(Nasraoui et Lepoivre, 2003)**.

II.4. Les Maladies fongiques de la pomme de terre.

II.4.1. Mildiou causé par *Phytophthora Infestans* (Bryant et al, 2006).

Le mildiou de la pomme de terre est provoqué par *Phytophthora infestans*(Mont.) de Bary, agent pathogène particulièrement destructeur de cette culture, mais également capable

de causer des dommages sur d'autres solanacées sauvages et cultivées, en particulier la tomate **(Turkensteen, 1978; Hussain et al, 2013)**

II.4.1.1. Classification :

Phytophthora infestans (Mont.) de **Bary, 1876** est un Oomycète, classifié comme étant dans l'ordre*Peronosporales*. Cet ordre contient trois familles des agents phytopathogènes : les *Peronosporacées*, les *Pythiacées*et les *Albuginacées*. La famille des *Pythiaceae*contient deux grands genres des champignons phytopathogènes: les *Pythium*et les *Phytophthora.*

- Règne : **C**hromalveolata
- Division : **S**tramenopiles
- Classe : **O**omycetes
- Ordre :**P**eronosporales
- Famille : **P**ythiaceae
- *Genre : **P**hytophthora**(Kirk et al, 2008)***

II.4.1.2. Cycle biologique :

Les principales phases du cycle de développement du parasite et de la maladie sur pomme de terre sont présentées sur la **(Figure 05).**Il présente deux formes de reproduction, asexuée et sexuée. *P. infestans*se caractérise par un cycle biologique diploïde majoritairement aérien. (**Smoot *et al,* 1958; Lamour et Kamoun**, **2009)** ont établi l'existence de deux types de compatibilité sexuelle chez *P. infestans*A1 et A2. La production d'oospores (des spores à la paroi épaisse pouvant survivre pendant des années dans le sol (**Figure 5a**) résultant de la reproduction sexuée intervient uniquement lorsque des souches appartenant à des types sexuels opposés sont en présence. Tous les marqueurs d'ADN représentent une seule région, codant un seul gène qui détermine les deux types sexuels A1 et A2 **(Judelson *et al*, 1996)**.

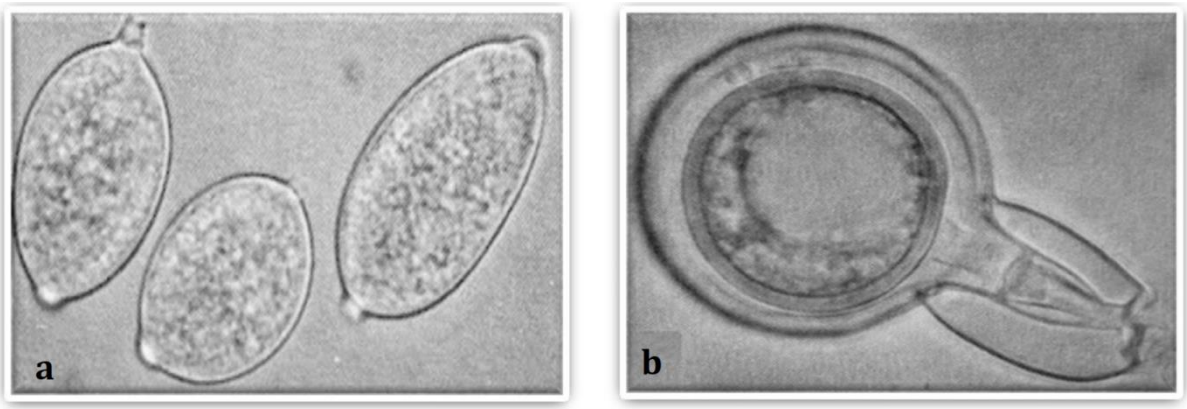

Figure 5: a) *Sporocystes du P.infestans;* **b)** *Oogone du P.infestans**(**Kerroum*,**2019**)

II.4.1.3.Description des dégâts

Visibles dans un délai de 3 à 7jours et celle-ci peut être complètement détruite en moins d'une semaine **(Boulet, 2013).**

-Visibles dans un délai de 3 à 7 jours et celle-ci peut être complètement détruite en moins d'une semaine **(Boulet, 2013).**

-Des petites taches noires (Fig .6) qui se transforment en lésions brunes ou noires, les couleurs des lésions sont noires (Fig.6). Les tiges infectées sont affaiblies, et peut causer la mort des parties de la plante **(Gaucher, 1998).**

- Décoloration superficielle et irrégulière (Fig.), les lésions nécrotiques pénètrent de la surface dans le tissu tuberculeux.

Les infections secondaires peuvent se provoquent une pourriture molle **(Gaucher, 1998).**

Figure 6 : *Symptômes de la maladie sur : A) tubercule de pomme de terre ; b) feuilles de pomme de terre ; c) tiges de pomme de terre*https://www6.inrae.fr/epiarch/Pathosystemes/Pomme-de-terre-Mildiou

II.4.2. Rhizoctone noir causé par *Rhizoctonia sp.*

Le rhizoctone brun c'est une maladie causée par un champignon nommé Rhizoctoniasp.. Il se présente comme des croutes brunes (sclérotes), pouvant se détacher à l'ongle, sur la peau du tubercule (Messiaen, 2009). Le rhizoctone cause différents dommages aux pomme de terre, à différent stades du cycle de végétation. Le pathogène pourrait également être présent sur d'autres cultures comme le maïs, la betterave, les crucifères, etc. **(BASF, 2019)**

II.4.2.1. Classification

Rhizoctonia sp. est classé selon **:(Oyetunde, Bradley., 2018)** comme suit**:**

Règne : Fungi

Division : Basidiomycota

Classe : Basidiomycetes

Sous-classe : Agaricomycetidae

Ordre : Cantharellales

Famille : Ceratobasidiaceae

Genre : *Rhizoctonia*

Espèce : *Rhizoctonia sp.*

II.4.2.2. Cycle biologique :

Rhizoctonia sp. survit entre deux saisons de croissance sous forme de sclérotes (croûte noire) sur les tubercules et dans le sol, ou sous forme de mycélium dans les résidus de culture. Les sclérotes germent et le mycélium infecte les germes de pomme de terre, les racines, les stolons et les tubercules tout au long de la saison de croissance. La formation de sclérotes sur les tubercules fils dépend de la sénescence de la plante-mère et de la maturité des tubercules fils. Le Rhizoctonia peut survivre en saprophyte pendant de longues périodes dans les champs de pommes de terre en colonisant des déchets végétaux autres que ceux de la pomme de terre **(fig.7) (Richard, 1994).**

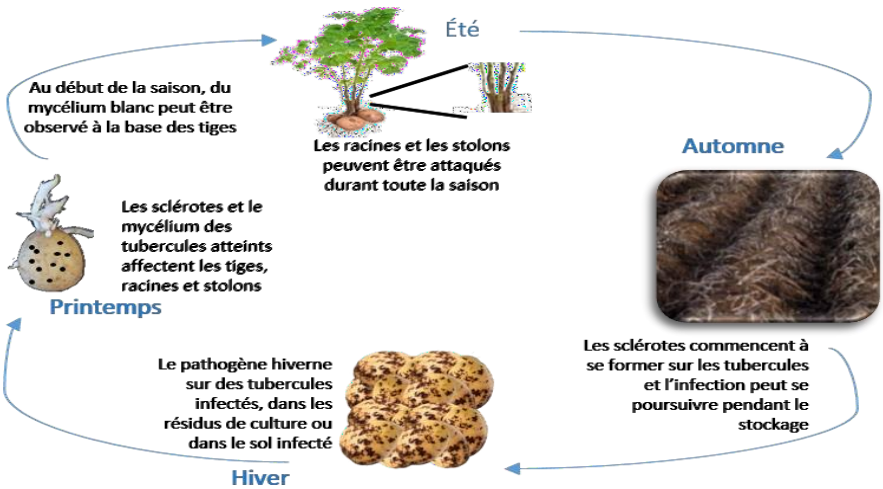

Figure 7: Le cycle de développement du rhizoctone brun sur la pomme de terre **(APPI, 2003)**

II.4.2.3.. Description des dégâts

- Intervenant au moment de la levée sur les jeunes pousses de pomme de terre **(Grosch et al, 2005).** Manque ou retarde à la levée, nécroses sèches et bien délimites sur la partie souterraine des tiges ou les stolons. La formation des petites taches brunâtres ou noires arrondies **(Fig.08) (Gaucher, 1998).**

Figure 8 : *Symptômes de la maladie* Des petitestaches noires arrondiessur le tubercule **(APPI.2021)**https://appi.be/fr/fiches-maladies-ravageurs/rhizoctone-brun-en-culture-de-pommes-de-terre

II.4.3. Dartrose causée par *Colletotrichum coccodes*

La dartrose de la pomme de terre est une maladie présente dans les principales régions productrices de pomme de terre. L'impact agronomique et économique de la maladie est mal connu et probablement sous- estimé, car les symptômes de dartrose sont similaires et souvent confondus avec ceux d'autres maladies plus communes comme la verticilliose, la brûlure hâtive, la rhizoctonie et la tache argentée.

Le champignon *Colletotrichum coccodes* est l'agent pathogène responsable de la dartrose. Ce champignon peut infecter d'autres plantes de la famille des solanacées

II.4.3.1. Classification

Il appartient au genre Colletotrichum suit la classification suivante selon **BISSETT (Khiat et Guerfi, 2018):**

- Règne : Fungi
- Sous règne : Dikarya
- Division : Ascomycota
- Sous division : Peziziomycotina
- Classe : Sordariomycetes

- Ordre : Glomerellales
- Famille : Glomerellaceae
- Genre : Colletotrichum

  Espèce : *Colletotrichum coccodes*

II.4.3.2. Cycle de la maladie

Le pathogène *Colletotrichum coccodes* survit sous forme de microsclérotes à la surface des tubercules, sur des débris de plants infectés ou directement dans le sol pour une période de 3 à 5 ans. Au printemps, ces sclérotes germent et produisent du mycélium qui produira à son tour des fructifications de type acervule qui contiennent des quantités importantes de spores (conidies). Les spores servent d'inoculum primaire pour établir la maladie. En effet, celles-ci sont facilement transportées par le vent sur des particules de sol et par des éclaboussures provoquées par la pluie ou l'eau d'irrigation. Les spores qui atterrissent sur une culture sensible germent et peuvent pénétrer directement les tissus par l'épiderme ou via des blessures causées par une maladie, un insecte ou un bris mécanique. Selon certaines études **(Ingram *et al*, 2011)**, la maladie se développant à partir de l'inoculum provenant du sol serait plus sévère que lorsqu'il provient d'un tubercule, car la quantité de microsclérotes provenant des débris peut être très importante.

Les infections des parties souterraines peuvent se faire tôt et se poursuivront durant toute la saison. Si le champignon pénètre dans la plante par les stolons ou les racines, il progressera vers le haut de la plante. Toutefois, si l'infection débute sur une feuille ou une tige blessée, elle se dirigera par la tige vers les racines, contribuant à la mort prématurée du plant et à la colonisation des tubercules-filles.

La plupart du temps, *C. coccodes* infecte les plants tôt en saison. Toutefois, les symptômes sont plus importants vers la fin de la période végétative, lorsque le climat est chaud et sec, le sol asphyxiant et les plants sénescents ou affaiblis par d'autres maladies ou par des carences minérales (azote, phosphore). L'optimum thermique de ce champignon se situe entre 25 et 30 °C, ce qui explique son développement plus important au cours des étés chauds. La formation de sclérotes sur la surface des tubercules est plus importante en fin de saison lorsque les températures du sol sont plus élevées.

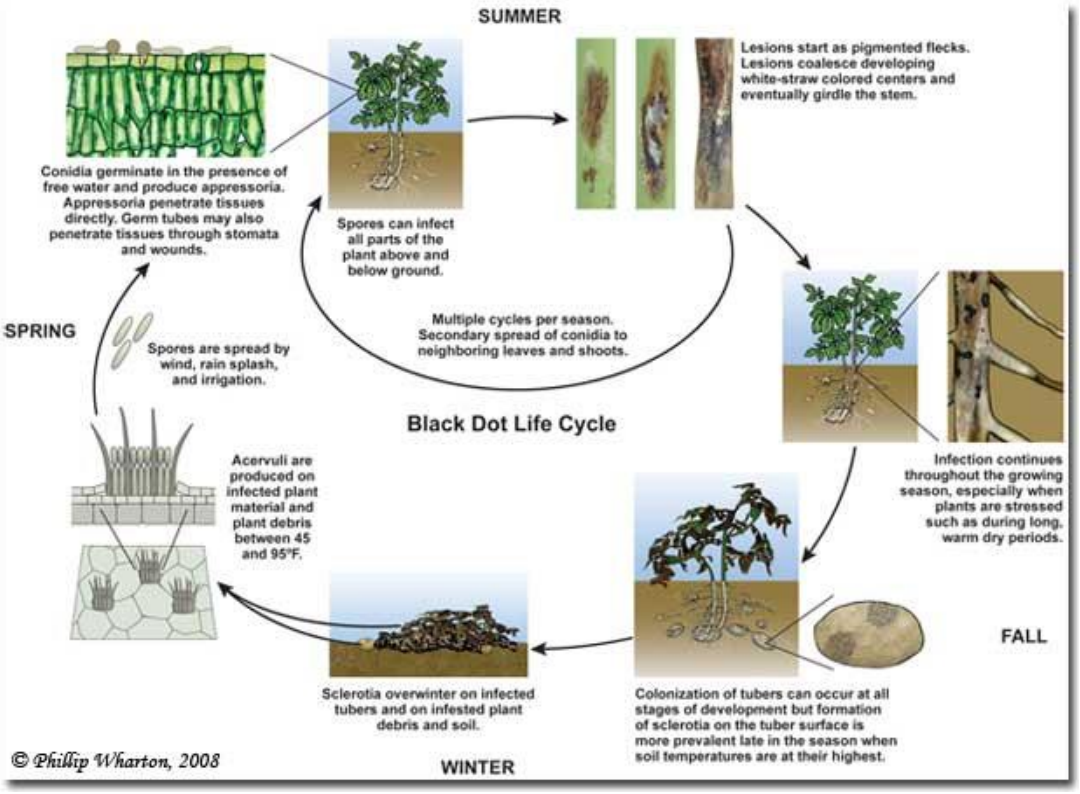

Figure 9 : Cycle de vie des *Colletotrichum coccodes* (https://projects.ncsu.edu/cals/course/pp728/Colletotrichum/Colletotrichum_coccodes.htm)

II.4.3.3. Description des dégâts

- Des flétrissements, une chlorose et un dessèchement du sommet de la plante vers la base des tiges, La formation des taches grisâtre, ponctuées des points noirs **(Fig.110) (Marot et al, 2008)**.

Figure 10 : Dartrose https://www6.inrae.fr/potato-tuber-blemishes_fre/Symptomes/Decoloration-de-la-peau/Dartrose

II.4.4. Tache Argentée causée par *Helminthosporium solani*

Tache argentée La tache argentée est causée par le champignon *H. solani*. Cette maladie qui altère la qualité et l'apparence des tubercules se caractérise par la présence de taches de couleur argentée à la surface des tubercules blancs et dorée à bronzée sur les tubercules rouges . Il est possible de déceler la présence de ponctuations noires à la périphérie des taches. Ces ponctuations correspondent aux structures de reproduction asexuée du champignon.

II.4.4.1 Taxonomie

Le champignon responsable de la tache argentée a été à l'origine nommé *H. solani* **(Durieu et Montagne, 1849).** Il a reçu différents noms par la suite comme *Dematium atrovirens* **(Han, 1871),** *Brachysporium solani* **(Saccardo, 1886),** *Spondylocladium atrovirens* **(Han et Saccardo, 1886),** *Cladosporium abietinum* **(Zukal, 1887),** *Helminthosporium atrovirens* **(Mason et Hugues, 1953),** pour finalement être renommé H. solani **(Ellis, 1961).** *H. solani* est classifié de la façon suivante **(Kirk et coll., 2008):**

- **Règne** : Mycète
- **Division** : Eumycète
- **Sous division** :Deutéromycète
- **Classe** : Ascomycètes
- **Ordre** : Pléosporales
- **Famille** : Massarinacées
- **Genre** : *Helminthosporium*
- **Espèce** : *Helminthosporium solani*

II.4.4.2 Cycle de dissémination de la maladie

Les conditions optimales de croissance du champignon sont : une température de 20 à 25°C et une humidité relative d'environ 90% **(Jouan et coll., 1974).** Durant l'entreposage des tubercules, l'humidité relative est élevée, ce qui favorise la propagation de la maladie même si la température d'entreposage (entre 3°C et 15°C selon la période d'entreposage et l'utilisation désirée des tubercules) est inférieure à la température optimale de croissance du

champignon. Une température de 2°C inhibe totalement la germination de *H. solani* mais n'est pas létale. Le développement de la maladie est donc seulement retardé lorsque le tubercule est entreposé à cette température **(Shetty et coll, 1994).**

Les semences sont considérées comme la principale source d'inoculum de la maladie **(Jellis et Taylor, 1977a; 1977b ; Read et Hide, 1984; Dashwood et coll., 1992; Jeger et coll, 1996).** On observe une transmission des conidies de H. solani de la semence infectée aux tubercules-fils. On suppose que cette transmission se fait par le ruissellement de l'eau dans le sol car les conidies ne sont pas motiles. Par la suite, les tubercules-fils récoltés et stockés disséminent le champignon dans l'aire d'entreposage notamment par la ventilation **(Rodriguez et coll, 1995).** Le champignon étant capable de survivre sur des débris de pomme de terre et sur des particules de sol, ce dernier constitue donc une source d'inoculum de la maladie **(Figure 11).** Les conidies sont également capables de survivre sur le bois et le polyuréthane, ce qui fait de l'entrepôt une source d'inoculum **(Shetty et coll, 1994).**

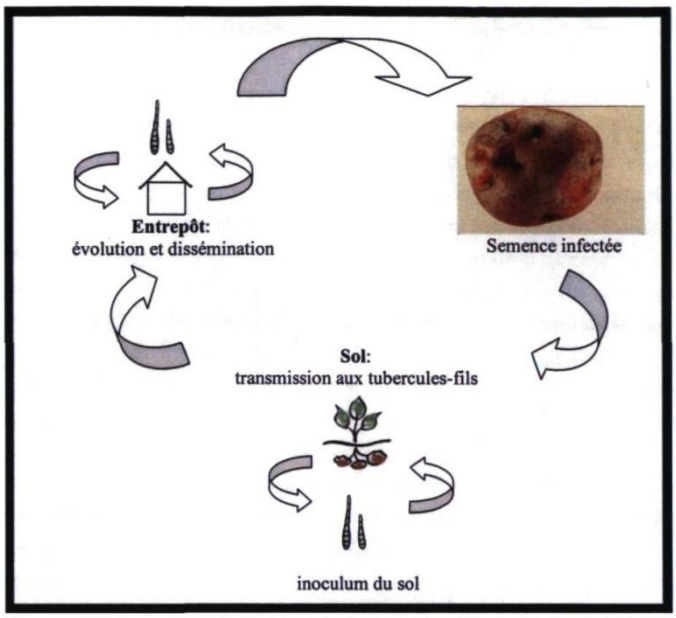

Figure 11 : Cycle de dissémination de la maladie **(michaud, 2001)**

II.4.4.3. Description des dégâts

-Taches circulaires d'aspect argentée à contour irrégulier sur la surface du tubercule au niveau de ces taches, il existe des minuscules ponctuations noires, ces taches s'étalent avec l'âge et prennent un reflet argenté **(Marot *et al*, 2008).**

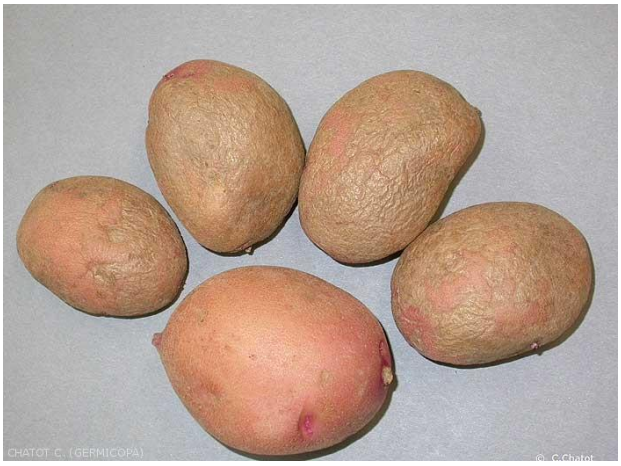

Figure 12 : Tache Argentée causée par *Helminthosporium solani*
http://ephytia.inra.fr/en/D/5804

II.4.5. Gangrène (pourriture sèche) *Phoma foveata*

Pourriture des tubercules pendant le stockage provoqué par la souche *Phoma foveata*. Elle débute par des lésions de forme ronde, foncées et légèrement déprimées, et elles ressemblent souvent à la trace d'un pouce **(Figure12)**. À mesure qu'elles se développent, elles noircissent et se creusent avec un bord dentelé irrégulier.

Des pycnides noirs peuvent se former à la surface. Le tissu moisi est généralement de couleur brune ou noire avec un espace bien net entre le tissu sain et le tissu malade. Les cavités sont généralement bordées de mycélium de couleur mauve, jaune ou blanche. Des symptômes moins agressifs peuvent être également provoqués par d'autres souches de *Phoma* comme *P. exigua* **(CNN-ONU, 2014)**

II.4.6. l'Alternariose

II.4.6.1. Définition de la maladie

La brûlure alternarienne, ou alternariose, est une maladie commune du feuillage de la pomme de terre, qui s'attaque aussi aux tomates, aux aubergines et à d'autres plantes apparentées. **(Hodgson *et al*, 1975)**.

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)**.

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)**. Eu tant que parasites de faiblesse, les *Alternaria* sont capable 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. Ce sont des champignons mésophiles, leurs activités prédominantes disparaissent lorsque la température s'élève **(Botton et *al,* 1990)**.

II.4.6.2. Classification

Selon le catalogue of life (25 mars 2016), la taxonomie de l'*Alternariasp* est la suivante :

- Règne *Fungi*
- Embranchement *Ascomycota*
- Classe *Dothideomycetes*
- Ordre *Pleosporale*
- Famille *Pleosporaceae*
- Genre *Alternaria*

II.4.6.3. Cycle infectieux

L'alternariose est favorisé par un cycle infectieux similaire pour toutes les espèces *d'alternaria*, responsable de cette maladie **(Farrar et *al,* 2004)**. Ce cycle est devisé en plusieurs stades : conservation, pénétration et invasion, sporulation puis dissémination. **(Fig.7)**

- **La 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 jean, 2000)**. Les chlamydospores peuvent également servir de structure de survie **(Basu, 1974; Pattersson, 1991)**. Elle serait aussi capable de se maintenir d'une saison à l'autre sur d'autres solanacées comme la tomate, l'aubergine, poivron **(Neegaard, 1945; Ellis et Gibson, 1975; Blancard et *al*; 2012).**

- **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 **(Sherf et Macneb, 1986; 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 **(Sherf et ManNab, 1986; Blancard *et al*; 2012).**

- **Sporulation et dissémination**

Les conidies et les conidiophores sont produits dans des intervalles de températures compris entre 8 et 28C°, en présence d'une humidité relative de 96à 100% **(Strandberg, 1977).**

Les spores sont disséminées parle 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 **(Sherf et MacNeb, 1986; Andersen et Frisvad, 2004; Leiminger *et al*, 2010; Blancard *et al*, 2012)**

II.4.6.4. 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 entraine 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 **(Chassot, 2016).**

Les pertes de rendement en hausse de 79% en raison des dégâts de la brûlure précoce ont été annoncées au canada, Inde, Etats-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).**

II.4.6.5. Etudes 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 al,* 1975).**

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

- **Sur feuille**

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

- **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).**

- **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 **(Ryckmans, 2006)**.

En coupe on voit que les tissus sont brun-noirâtre sous les taches, plus ou moins pourris et très bien délimités par rapport aux tissus sains **(Magnenat, 1991).** La maladie peut se développer en cours de stockage, particulièrement si le séchage et la ventilation sont insuffisants **(Venette et Harrison, 1987).**

II.4.6.6. *Alternaria* de la pomme de terre

Cette maladie provoquée sur pomme de terre par une espèce d'*Alternaria sp.* 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.

Alternaria sp. appartient au groupe d'espèces à grosses spores (section porri) au sein du genre *Alternaria*, les conidies solitaires, supportées individuellement ou rarement en chaine 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 dubec)cetteespèceesten général identifiable comme l'agent pathogène lié à la brulure foliaire de pommes de terre **(Simmons, 2007)**

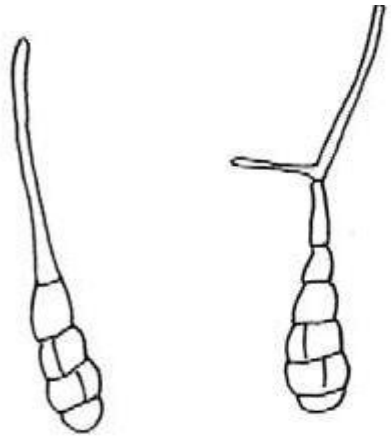

Figure 13 : Blastospores *d'Alternaria solania*

II.4.6.7. La lutte contre *l'Aternaria*

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:

II.4.6.8. 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.

II.4.6.9. lutte chimique

L'Alternariose est habituellement combattue par l'application de fongicides luttant contre le mildiou **(Guide de la CEE-ONU, 2014).** Les fongicides sont couramment utilisés pour contrôler la brulure 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 **(Bartlett *et al*, 2002; Blancard *et al*, 2012).** Eu cour 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.

Tableau 1: Principaux fongicides actifs sur l'Alternariose de pomme de terre. **(Carah, 2006)**

Nom commercial	Matière active	Dose	Nombre max de traitements *	Efficacité
Fongicide spécifique **anti-alternariose**				
Amistar	azoxystrobine	0,25 l/ha	2	+ + +
Fongicides **anti-mildiou avec une efficacité contre l'alternariose**				
Divers « mancozèbe » ou « manèbe »	mancozèbe manèbe	d'après formulation	12	+ +
Unikat Pro	zoxamide + mancozèbe	1,5 à 1,8 kg/ha	10	+ + (+)
Sereno	fenamidone + mancozèbe	1,5 kg/ha	2 x 3	+ + (+)
Acrobat extra WG	diméthomorphe + mancozèbe	2 à 2,5 kg/ha	8	+ +
Valbon	benthiavalicarbe + mancozèbe	1,6 kg/ha	6	+ +
Tanos	cymoxanil + famoxate	0,5 à 0,6 kg/ha	6	+ +
Galben M	bénalaxyle + mancozèbe	2,5 kg/ha	4	+ +
Ridomil Gold Spécial 68 wp	métalaxyl-M + mancozèbe	2,5 kg/ha	2	+ +

Partie pratique

Chapitre I :

Matériel et méthodes

I.1. Description de la région d'étude :

La région du Oued Souf est localisée dans la partie sud-est de l'Algérie (voir figure 14). Elle est caractérisée par un climat hyperaride. Les oasis de Oued Souf s'étendent sur une superficie de 11738.4 km2 **(Khezzani et Bouchemal, 2018).** Le Oued Souf est nommé le pays de ghouts **(Côte, 2006).** Ces dernières décennies, il est a connu par le développement de cultures maraîchères de plein champ, essentiellement la pomme de terre. La wilaya d'El Oued est classée première zone productrice en pomme de terre au niveau national où elle alimente le marché national par un taux de 40% de la production nationale. **(MADRP, 2017).**

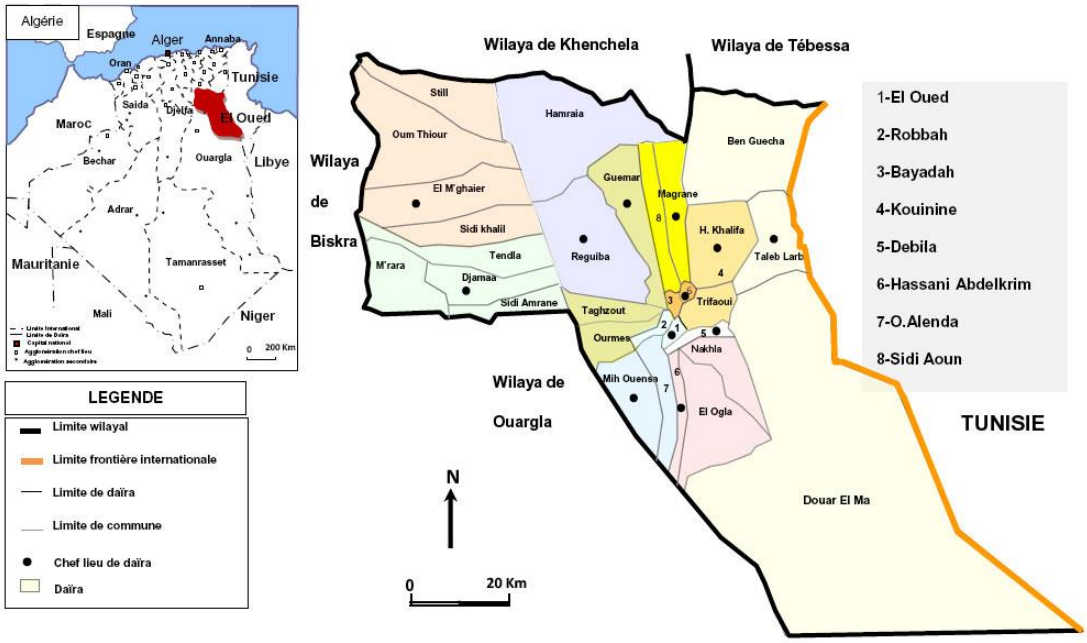

Figure 14: localisation des zones d'études **Source : P.D.A.U .WILAYA D'El Oued ,1997**

La connaissance des caractéristiques climatologique est nécessaire pour l'étude hydrogéologique, il est indispensable pour évaluer l'alimentation de réservoir souterraine (nappe phréatique) par infiltration, et pour l'établissement d'un bilan hydrique.

La station climatique (ONM) l'Office National Météorologique est située dans la Daïra de Guemar au Nord de ville d'El Oued.

I.2. Matériel

I.2.1 Matériel non biologique :

Tableau 3 : L'Echantillonnage fait avec l'utilisation des matériels suivants :

Microscope Optique	Pince
Anse De Platine	Gélose PDA (Milieu De Culture)
Boite Pétrie Stériles	Etuve
Papier Filtre	Bain Marie
Bec Benzène	Pipettes Pasteurs
Autoclave	Micropipettes 1 Ml
Plaque Chauffante	Rotavapeur
Agitateur Electrique	Spectrophotomètre
Glacière	Sac En Papier
Un Ciseau	

I.2.2 Matériel biologique

I.2.2.1. Pomme de Terre (*Solanum tuberosum* L.)

La pomme de Terre (***Solanum tuberosum* L.**) appartient à la famille des Solanacées, genre *Solanum* (**Quézel et Santa, 1963***),* comprend 1000 espèces dont plus de 200 sont tubéreuses **(Hawkes, 1990; Doré *et al,* 2006**).

I.2.2.2. *Pituranthos chloranthus*

L'espèce utilisée est *Pituranthos chloranthus (Coss* et Dur) Benth et Houk, est une plante dont les tiges sont ramifiées dès la base, plus ou moins dichotomes et portant des ombelles longuement pédonculées; pétales verdâtres à nervures dorsales pubescentes et larges, fruits poilus. Elleest commune dans tout le saharaseptentrional et occidental jusqu'à EL Golea et au Tademait au sud **(Ozenda, 1958)**

Pituranthos chloranthus a été récolté en novembre 2021 auprès du El Menia ou El Ménéa est une commune de la Wilaya d'El Meniaa en Algérie située à 267 km au sud-ouest de Ghardaïa.

- ✓ Au-dessus du niveau de la mer: 380 m

L'espèce *Pituranthos chloranthus* est classée d'après **(Quézel et santa, 1963)** et **(Dupont et Guignard, 2007)** comme suit:

- Embranchement: Spermaphytes
- Sous embranchement: Angiospermes
- Classe : Eudicot
- S/classe: Euastéridées II
- Famille: Apiacées
- Ordre: Apiale.
- *Genre: Pituranthos*
- Espèce *: Pituranthos chloranthus* (Coss et Dur**) Benth et Houk**

I.3. Méthodes

I.3.1 Méthodes d'échantillonnage

Les échantillons de pomme de terre sont prélevés à partir du champ de Nakhla et Hassi Khalifa, (figure 16). L'échantillonnage est effectué en mois de novembre, sous la température 16c°.

Les plantes ont été prélevées à l'aide des gants stériles, ainsi recueillis dans des sacs stériles.

Le site d'échantillonnage (A) est situé dans la municipalité de Nakhla, État d'El Oued, entre la latitude 33,25° et la longitude 7,03°, et à une altitude de 86 mètres au-dessus du niveau de la mer. Le site d'échantillonnage(B) Le site est situé dans le village de Mansheya dans le département de Hassi Khalifa, à une latitude de 33,67°, une longitude de 7,01° , une hauteur de 37,46 m au-dessus du niveau de la mer.

Le site de prélèvement de plante *Pituranthos chloranthus* a été pris dans la ville d'El-Menia, à environ 75 km au sud-ouest de la ville. Dans un cercle de latitude 29,94 et de longitude 2,63 . Il est à 446,43 m d'altitude

1.3.2- Isolement d'agent d'antagonismes

Afin de faire le test antagonisme des champignons de pomme de terre, il est nécessaire, d'une part, d'isoler de l'agent pathogène à partir des feuilles et/ou la plante.

- **A partir des Feuilles**

L'isolement est réalisé à partir de fragments des feuilles présentant les symptômes caractéristiques de chaque maladie. Trois feuilles malade présentent les symptômes de alternariose et fusariose **(INRA, 2014)**

La méthode est faite dans des conditions aseptiques, les fragments des feuilles malades sont découpées séparément en petits fragments à l'aide d'un scalpel stérile. Par la suite, ils sont désinfectés par trempage dans 5% d'eau javellisée stérile pendant 5 minutes, puis rincés dans l'éthanol, et en fin dans l'eau distillé stérile pondant 5 minutes, puis séché sur papier buvard stérilisé. La désinfection est effectuée pour éliminer les microflores exogènes.

Ces fragments sont déposés dans des boite de pétri, contenant le milieu de culture PDA (annexe …).Les boites sont mises à incuber sous une température de 28c° pondant 4 à 7 jours

- **A partir de tubercule**

L'isolement a été réalisé à partir de fragment d'organe atteint de pomme de terre, présentent les symptômes caractéristiques de la Fusariose **(Lauzon *et al*, 2007).**

Les pomme de terre malade sont désinfectés de la même manière des feuilles. Ils ont été déposés dans des boites du Pétri contenant le milieu de culture PDA (Annexe…). Les boites sont incubées à une température de 28°C,pendant 4à 7 jours.

- **Repiquage et purification :**

La purification est réalisée par transfert des colonies développées sur des boites contenant le milieu de culture PDA (Annexe ..)(chaque colonie récupérée dans une boite).Ce dernier se considère comme un milieu favorable de développement (rapide) des champignons, ainsi à la production des spores**(Botton *et al*, 1990)**.L'incubation est réalisée à une température 28C°, pendant à 4-6 jours. Cette méthode est répétée jusqu'à l'obtention des colonies pures.

I.3.3- Identification des moisissures

I.3.3.1- Identification macroscopiques

Pour l'observation macroscopique des moisissures, il est nécessaire de caractérisé ces isolatssur milieu PDA par:

- **L'aspect des colonies:** qui représente un critère clef d'identification. Les champignons filamenteux forment des colonies duveteuses, laineuses, cotonneuses, veloutées, poudreuses ou granuleuses.

- **La couleur des colonies:** c'est un élément très important d'identification. Les couleurs les plus fréquentes sont le blanc, crème, jaune, orange, brun allant jusqu'au noir. les pigments peuvent être localisés au niveau du mycélium (Aspergillus, Penicillium) ou diffuser dans le milieu de culture (Fusarium) **(Botton et al,1990)**.

I.3.3.2-Identification microscopiques

L'examen microscopique d'une colonie fongique se fait après réalisation d'un étalement entre lame, scotch et coloration. Généralement, un examen à l'objectif 40 est suffisant pour mettre en évidence la plupart et des éléments importants **(Chabasse, 2002).**

L'observation microscopique permet de détecter la présence du thalle, la présence ou l'absence de septum, la nature e la reproduction et les caractéristiques des fructifications et des spores.

I.3.4 Préparation des extraits de la plante (éthanolique et méthanolique)

L'extraction a été effectuée par macération, cette méthode d'extraction menée à température ambiante permet d'extraire le maximum de composés et de prévenir leur dénaturation ou modification probable dues aux températures élevées. Après séchage, la partie utilisée a été broyée sous forme d'une poudre fine. Une quantité de (30 g) de la poudre est mise à macérer à température ambiante dans 150ml a 80% des deux types d'alcool (éthanol / méthanol) pendant 24 heures. Le mélange obtenu de chaque extrait alcoolique a été filtré par un papier Wattman. Chaque extrait obtenu est évaporé à l'évaporateur rotatif pour obtenir des extraits secs. Les extraits récupérés après évaporation à sec et sous pression réduite ont été pesés pour déterminer le poids sec résultant.

Figure 17: Préparation des extraits par macération

I.3.5.Calcul du rendement des extraits :

C'est le rapport entre la masse extraite et la masse de matière végétale sèche utilisée dans Extraction (la masse de la matière première est sèche), et elle est estimée par la relation suivante **(Guettaf *et al*, 2016)** :

$$R(\%) = M / M0 \times 100$$

(%) : Rendement exprimé en %.

M: Masse en gramme de l'extrait sec résultant

M0 : Masse en gramme du matériel végétal à traiter

I.3.6.Extraction par hydrodistillation (HD)

Une hydrodistillation **(Figure 18)** est assurée grâce à un appareil de type Clevenger, où 500 g de matière végétale sont introduites avec 3 L d'eau dans un ballon de 5 L. Après installation et fermeture du montage, la mise en marche du chauffe ballon est effectuée avec un réglage optimum du chauffage pour permettre une stabilité de l'extraction à une vitesse constante et bien maîtrisée.

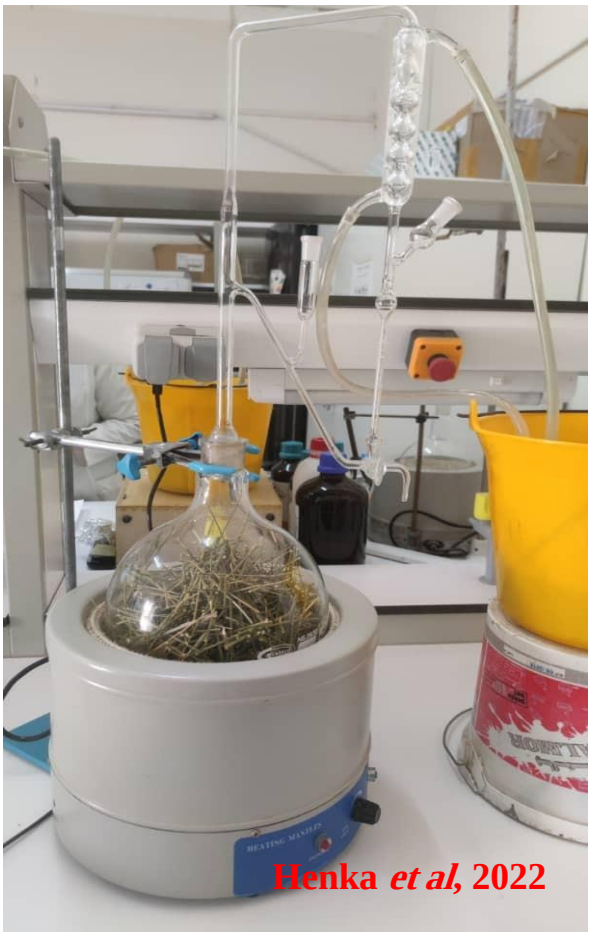

Figure 18 : Extraction d'huile essentielle par hydrodistillation.

La vapeur chargée d'huile essentielle arrive dans le condenseur. La durée totale de l'extraction est estimée à 3 h (jusqu'à ce qu'on obtienne plus d'HE). L'huile essentielle se distingue de l'hydrolat (eau aromatique) par sa différence de densité et de couleur. On la sépare de celui-ci par décantation. Elle est ensuite séchée par du sulfate de sodium anhydre (Na_2SO_4) puis récupérée et conservée dans des vials de couleur brune, hermétiquement fermés et stockés dans un endroit frais (4°C) à l'abri de la lumière.

- ✓ Rendement en huile essentielle RdtHE

Le rendement en huile essentielle est estimé par le rapport des masses de l'huile essentielle et de la matière végétale séchée. Il est exprimé en pour cent (%).MHE

$$\mathbf{Rdt_{HE} = M_{HE}/MVSx100}$$

Où :

RdtHE : Rendement en huile essentielle (%) ;

MHE : Masse de l'huile essentielle (g) ;

MVS : Masse de la matière végétale sèche (g).

I.3.7. Analyses photochimiques

- **Dosage des polyphénols totaux**

Le dosage des polyphénols totaux dans les deux extraits de feuilles de *Pituranthos chloranthus* a été effectué selon la méthode de spectrophotométrie avec le réactif de Folin Ciocalteu **(Singleton *et al,* 1965).**

- **Mode opératoire :**

A 0.2 ml d'extrait (préparé dans l'eau distillée avec les dilutions convenables) est ajouté à 0.8 ml de la solution de Na2CO3 (75 mg/ml d'eau distillée), après agitation, 1ml de la solution de Folin Ciocalteu (dilué dix fois dans l'eau distillée) est ajouté à l'ensemble, après 2 h d'incubation à la température du laboratoire, l'absorbance est lue à 765 nm contre un blanc sans extrait.

Le taux de polyphénols totaux dans nos extraits, a été calculé à partir d'une courbe d'étalonnage linéaire établie avec des concentrations précises d'acide gallique (0-200 µg/ml) comme standard de référence, dans les mêmes conditions que l'échantillon. Les résultats sont exprimés en microgramme d'équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait de feuilles en poudre (µg Eq AG/ mg)

- **Dosage des flavonoïdes**

La méthode du trichlorure d'aluminium **(Yi *et al*, 2007)** est employée pour déterminer la teneur en flavonoïdes totaux dans les différents extraits de feuilles de *Pituranthos chloranthus* 1 ml de l'échantillon (préparé dans le méthanol avec les dilutions convenables) est ajouté à 1ml de la solution d'AlCl3 (2% dans le méthanol), le mélange est vigoureusement agité. Après 10 min d'incubation, l'absorbance est lue à 430 nm. Une courbe d'étalonnage établie par la quercétine (0-40 µg/ml), réalisée dans les mêmes conditions opératoires que les échantillons, servira à la quantification des flavonoïdes.

La teneur en flavonoïdes est exprimée en microgramme d'équivalent de quercétine par milligramme d'extrait (µg Eq Q/mg d'éxtrait).

I.3.8 Les activités biologiques des extraits de la plante étudiée

I.3.8.1. L'activité antioxydante par le test DPPH

La méthode décrite par Tepe et autres **(2005)** a été employée. Différentes concentrations comprises entre 0-50 mg/ml des échantillons étudiés et de témoin (acide ascorbique).

Une solution de DPPH a été préparée par solubilisation de 4 mg de DPPH dans 100 ml de méthanol, 1 ml de solution échantillons et témoins sont ajoutées à 1 ml de la solution de DPPH, après incubation de 30 min en obscurité à la température ambiante, les absorbances sont mesurées à 517 nm contre le blanc correspondant. L'activité antioxydante est estimée selon l'équation suivante :

% d'activité antioxydante = [Abs contrôle-Abs échantillon / Abs contrôle] x 100.

Les résultats ont été exprimés par la moyenne de deux mesures séparées ± écart type. Le paramètre IC50 (concentration équivalente à 50% de DPPH perdu) est défini comme étant la concentration du substrat qui cause la perte de 50% de l'activité de DPPH (couleur)**.**

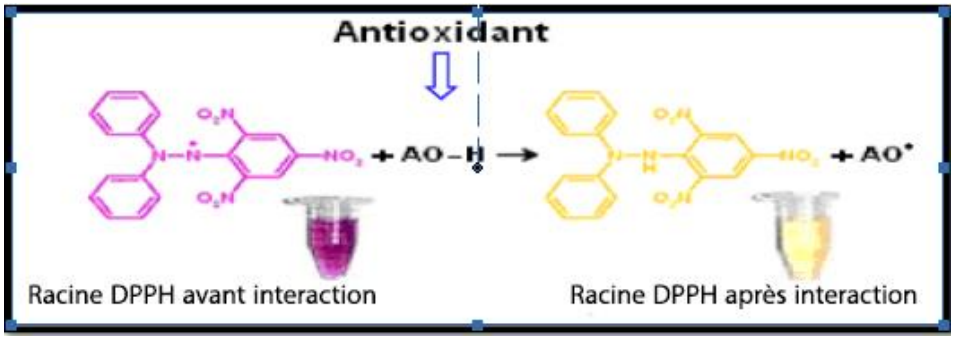

Figure 19 : Schème explique l'activité antioxydante par le test DPPH

I.3.8.2. Activité antifongique

L'activité antifongique a été faite, in vitro, sur deux champignons pathogènes de la pomme de terre à savoir : *Fusarium sp.* et *Alternaria sp.* isolée de serres infectées de pomme de terre cultivée à l'Institut national de la recherche agronomique d'Algérie **(INRAA)**, station de Touggourt (sud-est algérien). Deux méthodes différentes ont été appliquées contre ces champignons pour évaluer le potentiel fongique de cette plante dans l'inhibition de leur développement.

- La première a été réalisée selon la technique "Poisoned food" définie par **Grover et Moore (1962)**. Cette méthode consiste à mélanger 0,2 ml de l'HE dans 180 ml de milieu

de culture (PDA). Un disque de 5 mm du champignon testé, a été déposé sur le milieu de culture mélangé à l'extrait, autant pour le témoin (sans extrait). deux doses ont été utilisées, à raison de cinq répétitions/dose. L'incubation a été effectuée à une température de 37 °C jusqu'à ce que les boîtes témoins soient envahies.

- La 2ème, la méthode atmosphérique, consiste à étaler l'huile essentielle diluée dans du DMSO, à l'aide d'une pipette Pasteur dans un râteau adapté aux petites surfaces, sur toutes les surfaces de la boîte de Pétri. Un disque de 5 mm du champignon testé, autant que le témoin (avec DMSO uniquement). deux doses ont été utilisées, à raison de cinq répétitions/dose. L'incubation a été effectuée à une température de 37 °C jusqu'à ce que les boîtes témoins soient envahies.

I.3.8.3 Taux d'inhibition

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

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

I : taux d'inhibition du champignon testé ; A : diamètre moyen de la croissance mycélienne estimée du champignon chez le témoin ; B : Diamètre moyen de la croissance mycélienne estimée du champignon en présence de l'extrait

Conclusion

Conclusion

L’extraction des huiles essentielles est réalisée par hydrodistillation à la vapeur en utilisant un dispositif d’extraction du type Clevenger.

Les résultats obtenus montrent que le rendement le plus important s'est revele dans l'extrait méthanolique avec un pourcentage de 11.6%. Suivi de l'extrait éthanolique avec 8.33%.

Les résultats ont montré que la plante de *Pituranthos chloranthus* contient des composés phénoliques . On note qu'il existe une nette différence significative entre la quantité de polyphénols dans les deux extraits extrait brut au méthanol de 20.365 mg AG E/g MS et extrait éthanolique 70.731 mg AG E/g MS.

Les concentrations des flavonoïdes sont relativement importants dans les extraits dans leur majorité, les teneurs en flavonoïdes sont de 20 mg EQ /g dans l’extrait méthanolique suivie de celles de L’extraits éthanolique avec 39 mg EQ /g .

L’activité antioxydante de DPPH est de 2.43 pour l’extrait méthanolique et 1.71 mg/l pour l'extraits éthanolique, alors qu’avec l'huile essentielle la valeur est 3.41 mg/l .

Tous les extraits ont un pouvoir anti-radicalaire envers le DPPH. plus la valeur de l’EC50 est petite plus l’extrait est considéré.

Notre étude a démontré que l'huile essentielle a un réel potentiel antifongique contre les champignons phytopathogènes de la pomme de terre examinés. En effet, la vitesse de la croissance mycélienne de ces derniers a été ralentie par les l'huile essentiels de cet antagoniste mais avec des degrés différents.

Références

1. Agronomie info (2016). Des exigences agro-écologiques de la pomme de terre. Agronomie Info

2. Mekhadmi, N. E. (2022). *Etude phytochimique et activités biologiques des huiles essentielles de Matricaria Pubescens du Sud Algérien* (Doctoral dissertation).

3. Grover, R.K. and Moore, J.D. (1962) Toximetric Studies of Fungicides against the Brown Rot Organisms, Sclerotinia fructicola and S. laxa. Phytopathology, 52, 876-879.

4. SINGLETON V.L., ROSS J.A. 1965.- Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagent, Am. J. Enol. Vitic, 16: 144-158

5. Chabasse, D.(2002). Les moisissures d'intérêt médical. Cahier N°25 de formation de biologie médicale, pp. 25-27

6. Dupont F., Guignard J. L. 2007. Botanique systématique moléculaire. 14ème édition, Masson, Paris, 286p.

7. Richard, C ., Boivin, G. (1994). Maladies et Ravageurs des Cultures Légumières au Canada : Rhizoctonie (rhizoctone brun, rhizoctone noir, variole des tubercules) de la pomme de terre. La Société Canadienne de Phytopathologie et la Société d'Entomologie du Canada, Canada. 263-264p. (http://phytopath.ca/wp-content/uploads/2014/10/MRCLC/ch16-pomme-deterre.pdf)

8. Oyetunde, A., Bradley, C. (2018).Rhizoctonia solani: taxonomie, biologie des populations et pris en charge de la maladie des semis de Rhizoctonia de soja .67 ,3-17

9. Gaucher Duvauchelle S. and Andrivon D. (1998). Mildiou de la pomme de terre — le champignon évolue, la lutte aussi! Perspectives agricoles (236):1-20.

10. Boulet L, (2013). Pomme de terre bulletin d'information N 05.5p

11. Kerroum, F; Karkachi, N; Henni, J.E; Kihal, M. (2015). Biological Control of Fusarium Crown and root rot disease of tomato by Trichoderma harzianum in the west of Algeria. I.J.S.N., VOL6 (2) 2015: Galley proof.

12. Judelson, H.S. (1996). Genetic and Physical Variability at the Mating Type Locus of the Oomycete, Phytophthora Infestans. Genetics 1996 Nov; 144(3): 1005-1013.

13. Lamour, K; Kamoun, S. (2009). Oomycete Genetics and Genomics: Diversity, Interactions and research tools. Livre.

14. Smoot, J. J., Gough, F. J., Lamey, H. A., Eichenmuller, J. J. & Gallegly, M. E. (1958) Production and germination of oospores of Phytophthora infestans. Phytopathology 48: 165–171

15. Bryant D, Cummins I, Dixon D.P. et Edwards R., (2006). Cloning and characterization of atheta class glutathione transferase from the potato pathogen Phytophthora infestans.Phytochemistry, 67(14), pp.1427-1434.

16. Vander Heijden, M.G.A., Klironomos, J.N., Ursic, M., Moutoglis, P., Streitwolf-Engel, R., Boller, T., Wiemken, A., Sanders, I.R. (1998). Mycorhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. Nature. 396: 69-72.

17. Vander Pulten, W.H. (2003). Plant defense belowground and spatiotemporal processes in natural vegetation: ecology. 84: 2269-2280.

18. Abdel-Massih, R. M., Baydoun, E. A. H., Waldron, K. W., & Brett, C. T. (2007). Effects of partial enzymic degradation of sugar beet pectin on oxidative coupling of pectin-linked ferulates in vitro. *Phytochemistry*, *68*(13), 1785-1790.

19. Ajde Makedonija. 2019. Food Waste Experiential Learning Program – Ajde Makedonija [en ligne]. [13 juin 2019]. http://ajdemakedonija.mk/campaign/food-waste-experiential-learning-program/ .

20. Belaid H. (1996).contribution à la production de plants de la pomme de terre (Solanum Tuberosum.L ., variété Diamant) par culture in vitro. Mémoire d'ingéniorat .UMMTO. 60P.

21. Bellemare, M.F., Çakir, M., Peterson, H.H., Novak, L. et Rudi, J. 2017. On the Measurement of Food Waste. American Journal of Agricultural Economics, 99(5): 1148-1158.

22. Ben Bouabdellah H. et Chalah H. (2001). Les principales contraintes du développement de la culture de pomme de terre (Solanom tubérosum L.) dans la wilaya de Tizi Ouzou. Mémoire d'ingéniorat. UMMTA. 99P.

23. Struik, P. C., Van der Putten, P. E. L., Caldiz, D. O., & Scholte, K. (2006). Response of Stored Potato Seed Tubers from Contrasting Cultivars to Accumulated Day- Degrees. *Crop Science*, *46*(3), 1156-1168.

24. Boiteau, G., et J.-P.R. Le Blanc. 1992. Stades du cycle vital du doryhpore de la pomme de terre. Ministre des Approvisionnement et Services Canada, Production du Service aux programmes de recherches. Agriculture Canada Publication, Ottawa. 14 pp.

25. Blokhina O, Virolainen E, Fagerstedt KV (2003) Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. Ann Bot (Lond) 91: 179–194

26. **Bouaziz M., Dhouib A., Loukil S., BoukhrisM., Sayadi S.,** 2009- Polyphenols content, antioxidant and antimicrobial activities of extracts of some wild plants collected from the south of Tunisia. *African Journal of Biotechnology*, 8 (24): 7017-7027.

27. Boussa K. (1999).contribution à l'étude de la production de plants de pomme de terre par technique de la culture in vitro. mémoire d'ingéniorat. UMMTO.

28. Brust, G.E. 1994. Natural enemies in straw-mulch reduce Colorado Potato

29. Chaboud, G. et Daviron, B. 2017. Food losses and waste: navigating the inconsistencies. Global Food Security, 12: 1-7.

30. Chehat F., 2008. "La filière pomme de terre algérienne : une situation précaire". In journée d'étude sur la filière pomme de terre : situation actuelle et perspectives. Ed INA, El- Harrach, 18 juin 2008. p.1-13.

31. COLEMAN W.K. (2000). Physiological ageing of potato tubers : A Review. Annals of Applied Biology. Vol. 137, 189-199.

32. Apelbaum, A., Vinkler, C., Sfakiotakis, E., & Dilley, D. R. (1984). Increased mitochondrial DNA and RNA polymerase activity in ethylene-treated potato tubers. *Plant physiology*, *76*(2), 461-464.

33. Lindblom, C. E. (1966). The rediscovery of the market. *The Public Interest*, *4*, 89.

34. Côte M (2006) Si le Souf m'était conté: comment se fait et se défait un paysage. Ed Constantine : Saïd Hannachi.

35. PERON J Y., 2006 : Références Productions Légumières, 2éme Edition. Synthèse Agricole p 538-547.

36. Hawkes, J. G. (1990). *The potato: evolution, biodiversity and genetic resources*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press.

37. Blancard, C., Cossé, P., Faussurier, G., Bizau, J. M., Cubaynes, D., El Hassan, N., ... & Miron, C. (2012). L-shell photoionization of Ar+ to Ar 3+ ions. *Physical Review A*, *85*(4), 043408.

38. FAO (2008). La pomme de terre. L'année internationale de la pomme de terre. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et agriculture FAO.

39. FAO. 2019. Base de données statistiques en ligne. In: FAOSTAT [en ligne]. http://www.fao.org/faostat/fr/#home.)

40. Fonteneau, F. 2017. The Agricultural Integrated Survey (AGRIS): rationale, methodology, implementation. ICAS VII 2016: Seventh International Conference on Agriculture Statistics Proceedings.

41. French, Il N.M., P. Follet, B.A. Nault & G.G. Kennedy. 1993. Colonization of potato fields in eastern North Carolina by Colorado

42. FUSIONS. 2015. Food waste in Denmark reduced by 25% and 4,4 billion DKK [en ligne]. [23 septembre 2021]. https://www.eu-fusions.org/index. php/about-fusions/news-archives/238-food-waste-in-denmark-reduced-by25-and-4-4-billion-dkk

43. Bartlett, D. W., Clough, J. M., Godwin, J. R., Hall, A. A., Hamer, M., & Parr- Dobrzanski, B. (2002). The strobilurin fungicides. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, *58*(7), 649-662.

44. Grace, G. (2005). *School leadership: Beyond education management*. Routledge, pp 212, 215.

45. Friedman, J. H. (1997). On bias, variance, 0/1—loss, and the curse-of-dimensionality. *Data mining and knowledge discovery*, *1*(1), 55-77.

46. ITCF-ITPT (Institut technique des céréales et des fourrages), 1998. Maladies de la pomme de terre, Paris, ITCF, Vol 1, p48.

47. Gravoueille J.M. (1987). Essai d'application d'un fortifiant phytosanitaire « Cernat E 30 » sans et avec mancozebe sur la pomme de terre Solanum tuberosum pour quatres variétés (Spunta, Mondial, Akira, Liesta). 81P

48. Fauconnier, A., Chapron, C., Dubuisson, J. B., Vieira, M., Dousset, B., & Bréart, G. (2002). Relation between pain symptoms and the anatomic location of deep infiltrating endometriosis. *Fertility and sterility*, *78*(4), 719-726.

49. Klein, D. A., & Paschke, M. W. (2004). Filamentous fungi: the indeterminate lifestyle and microbial ecology. *Microbial Ecology*, *47*(3), 224-235.

50. HARTMANS K.J., VAN LOON C.D. (1987). Effect of physiological age on growth vigour of seed potatoes of two cultivars. I. Influence of storage period and temperature on sprouting characteristics. Potato Research. Vol. 30, 397-409.

51. Haverkort J. et Human Z. (1987). La pomme de terre. Bulletins d'information technique. 136p.

52. Bernhards U., 1998. La Pomme De Terre Solanum Tuberosum L. Monographie. Institut National Agronomique Paris – Grignon

53. Hodges, R.J., Buzby, J.C. et Bennett, B. 2011. Postharvest losses and waste in developed and less developed countries: opportunities to improve resource use. The Journal of Agricultural Science, 149(S1): 37-45.

54. Hodgson, W.A., 0.0. Pond, et J. Munro. 1975. Maladies et ennemis de la pomme de terre. Ministère de l'agriculture du Canada. Publication 1492.

55. KHIAT, L., & GUERFI, S. (2018). Mise en évidence, in vitro, de l'effet d'un fongicide systémique sur l'anthracnose de la tomate.

56. Doré, T., Le Bail, M., Martin, P., Ney, B., & Roger-Estrade, J. (2006). *L'agronomie aujourd'hui*. Ed. Quae.

57. Hsiao, T.H., et G. Fraenkel. 1968. Selection and specificity of the Colorado potato beetle for Solanaceous and Nonsolanaceous plants. Annals of the Entomological Society of America 61 (2): 493-503.

58. Turkensteen I. J. (1978). Phytophthora infestans: three news hosts an form causing foliar blight of Solanum muricatum in Peru. Plant Disease Reporter, (62): 829.

59. Hussain,T; Sharma, S; Singh, B.P; Jeevalatha, A; Sagar, V; Sharma, N.N; Kaushik, S.K; Chakrabarti, S.K; Anwar, F. (2013). DETECTION OF LATENT INFECTION OF PHYTOPHTHORA INFESTANA IN POTATO SEED TUBERS . PotatoJ (2013) 40

60. Quézel P. Santa, S., 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales .Ed .C.N.R.S, Paris, 117 P.

61. Grosch, R., Faltin, F., Lottmann, J. (2005). Effectiveness of 3 antagonistic bacterial isolates to control Rhizoctonia solani Kühn on lettuce and potato, 51(4), 345-353. https://doi.org/10.1139/w05-002

62. 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

63. INRA,.(2014). Céréales à pailles.Note commune Résistances aux fongicides,.p.3-7.

64. Khezzani B., & Bouchemal S. (2018). Variations in groundwater levels and quality due to agricultural overexploitation in an arid environment: the phreatic aquifer of the Souf oasis (Algerian Sahara). Environmental Earth Sciences, 142-

65. Lepoivre, P., Busogoro, J. P., Etame, J. J., El-Hadrami, A., Carlier, J., Harelimana, G., ... & Swennen, R. (2003). Banana-Mycosphaerella fijiensis interactions. In *Mycosphaerella leaf spot diseases of bananas: presentstatus and outlook. Proceedings of the 2nd International Workshop on Mycosphaerella leaf spot diseases held in San Jose, Costa Rica on20-23 May 2002* (pp. 151-159).

66. Yi Z.-B., Yu Y., Liang Y.-Z., Zeng B. (2007) :In vitro antioxidant and antimicrobial activities of the extract of Pericarpium Citri Reticulatae of a new Citrus cultivar and its main flavonoids, LWT-FoodScience and Technology. 4: 1000-1016.

67. KUMAR G.N.M., HOUTZ R.L., KNOWLES N.R. (1999). Age-induced protein modifications and increased proteolysis in potato seed-tubers. Plant Physiology. Vol. 119, 89-100

68. CEE-ONU., 2014- Guide de la CEE-ONU sur les maladies, parasites et défauts des plants de pomme de terre.

69. KUMAR G.N.M., KNOWLES N.R. (1993b). Changes in lipid peroxidation and lipolytic and free-radical scavenging enzyme activities during aging and sprouting of potato (Solanum tuberosum) seed-tubers. Plant Physiology. Vol. 102, 115-124.

70. KUMAR G.N.M., KNOWLES N.R. (1996a). Oxidative stress results in increased sinks for metabolic energy during aging and sprouting of potato seed-tubers. Plant Physiology. Vol. 112, 1301-1313.

71. Laummonier R. (1979). Culture légumière et maraichaire -Tomme III, Ed .J.B, Baillier. P209-247

72. Lauzon M .(2007). Fusariose de l'épi chez le blé et l'orge.cérom.CanadaNo2.01.p5.

73. • Botton B.Breton, A.,Fevre ,M.,Gauthir S.,Guy P.H. Larpent J.P. Reymond P.Sanglier J.J.,Vayssier Y , Veau P .(1990). Moissisures utiles et nuisible impportance industrielle.2éme édition .maosson collection biotecnologies . p.34-42

74. Logan, J. A. (1985). Tropospheric ozone: Seasonal behavior, trends, and anthropogenic influence. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, *90*(D6), 10463-10482.

75. Wurr, D. C. E. (1979). The effect of variation in the storage temperature of seed potatoes on sprout growth and subsequent yield. *The Journal of Agricultural Science*, *93*(3), 619-622.

76. O'Brien, P.J. and Allen, E.J., 1981. The concept and measurement of physiological age. Proceedings of the Eighth Triennial Conference of the European Association for Potato Research, Munich. Eur. Assoc. Potato Res., Wageningen, pp. 64--65.

77. **Lee K.W., Kim Y.J., Lee H.J. Et Lee C.Y.,** 2003- Cocoa Has More Phenolic Phytochemicals and a Higher Antioxidant Capacity than Teas and Red Wine, Journal Agric Food Chem, (51)7292-7295.

78. Lundqvist, J., de Fraiture, C. et Molden, D. 2008. Saving water: from field to fork. Curbing losses and wastage in the food chain. SIWI Policy Brief. Stockholm, Stockholm International Water Institute (SIWI) (également disponible en ligne, à l'adresse: http://hdl.handle.net/10535/5088).

79. DJEBBOUR F Z, 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 ing. Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana.74p.

80. Martin M. & Gravoueille J.-M., 2001. Stockage et conservation de la pomme de terre. Institut technique des céréales et des fourrages.

81. Mazoyer M., 2002. Larousse agricole. Larousse.

82. Nara, T., Suzuki, S., & Ando, S. (2006). A closed-form formula for magnetic dipole localization by measurement of its magnetic field and spatial gradients. *IEEE transactions on magnetics*, *42*(10), 3291-3293.

83. Nasraoui B. et Lepoivre P. 2003. Les champignons phytopthogènes. In : De Boeck Université (eds.), Phytopathologie :Bases moléculaires et biologiques des pathosystèmes et fondements des stratégies de lutte.(pp.111-142). Bruxelles, Belgique.

84. **Neffati A., Bouhlel I., Ben Sghaier M., Boubaker J., Limem I., Kilani S., Skandrani I., Bhouri W., Le Dauphin J., Barillier D., Mosrati R., Chekir-Ghedira L., Ghedira K.,** 2009 - Antigenotoxic and antioxidant activities of *Pituranthos chloranthus* essential oils. Environmental Toxicology and Pharmacology. 27 :187–194.

85. Nyabyenda P. (2005). Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitude d'afrique. Ed. tec and doc, Belgique. 223P

86. Ellisseche, D. 2008. Production de pomme de terre ; quels défis pour aujourd'hui et pour demain?

87. APPI. Rhizoctone brun-lakdchurft-wurzeltoterkrankheit[en ligne]. (Page consultée le 24/08/2020) https://appi.be/fr/fiches-maladies-ravageurs/rhizoctone-brun-lakdchurft-wurzeltoterkrankheit

88. Macdonald, M. M., & Osborne, D. J. (1988). Synthesis of nucleic acids and protein in tuber buds of Solanum tuberosum during dormancy and early sprouting. *Physiologia Plantarum*, *73*(3), 392-400.

89. Krijthe, N. (1962). Observations on the sprouting of seed potatoes. European Potato Journal, 5(4), 316-333.

90. Reust W. & Hebeisen T., 2003. Vieillissement physiologique des plants de pommes de terre: comportement des variétés. Revue suisse d'Agriculture 35, 17–20.

91. Reust W., 1981. Physiologie de la pomme de terre. Revue suisse d'Agriculture 13, 34.

92. Reust W., Winiger F. A., Hebeisen T. & Dutoit J. P., 2001. Assessment of the physiological vigour of new potato cultivars in Switzerland. Potato Research 44, 11–7.

93. Robbert G, 2011, gestion de l'entreposage de la pomme de terre , Colloque sur la pomme de terre CRAAO,1-15,(www.weenat.com « traitement phytosanitaires comment améliorer l'efficacité de vos intervention grâce a la météo 27sept2021)

94. Verhees, J. (2002). *Cell cycle and storage related gene expression in potato tubers*. Wageningen University and Research.

95. Tabuc, C. (2007). *Flore fongique de différents substrats et conditions optimales de production des mycotoxines* (Doctoral dissertation).

96. ROUSSELLE P., ROBERT Y et CROSNIER J.C., 1996- La pomme de terre production, amélioration, ennemis et maladies, utilisation. INRA, Paris, 607 p.

97. Rousselle P., Rousselle B., Ellisseche D ., 1992-l a pomme de terre in amélioration des rymond chabaud- lechvaller

98. Rousselle P., Robert Y. & Crosnier J.-C., 1996. La pomme de terre: production, amélioration, ennemis et maladies, utilisations. Editions Quae.

99. Rousselle P., Robert Y. et Crosnier J.C. (1996). La pomme de terre. Production, amélioration, ennemis et maladies. Éd. INRA, Paris.607 P.

100. Sylvain, R. (1996). Leo Frobenius. From" Kulturkreis to Kulturmorphologie". *Anthropos*, 483-494.

101. Scholte, B. (1987). The Literary Turn in Contemporary Anthropology: Writing Culture: The Poetics and Politics of Ethnography. James Clifford & George E. Marcus (eds.), Berkeley & Los Angeles, University of California Press, 1986. Price: 11.50(paperback), 34.50 (cloth. *Critique of Anthropology*, *7*(1), 33-47.

102. Marot, L., De Temmerman, G., Thommen, V., Mathys, D., & Oelhafen, P. (2008). Characterization of magnetron sputtered rhodium films for reflective coatings. *Surface and Coatings Technology*, *202*(13), 2837-2843.

103. 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

104. Tepe B., Daferera D., Sokmen A., Sokmen M., Polissiou M. (2005) Antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and various extracts of Salvia tomentosa Miller (Lamiaceae). Food Chemistry. 90 : 333-340.

105. Soltner D. (1990). Les bases de la production végétale. P 239-274.

106. Soltner D. (1990). Les grandes productions végétales.17eme édition. Collection sciences et technique agricoles. P240-46

107. Soltner D., 2005- Les grandes productions végétales. 20ème édition. Collection Sciences et Techniques Agricoles. 472p.

108. Soufi R. (2011). La réponse physiologique de la pomme de terre (variété spunta) à la salinité en présence de fertilisant organique (fumier de volailles) cas de Ouargla. Mémoire d'ingéniorat. Université Kasdi Merbah Ouargla.91P.

109. SPYCHALLA J.P., DESBOROUGH S.L. (1990). Superoxide dismutase, catalase, and a-tocopherol content of stored potato tubers. Plant Physiology. Vol. 94, 1214-1218.

110. Ozenda P., Flore du Sahara, (1958), Ed. CNRS Paris France. Cité par N. BENABDELKARIM, (2013). Contribution à l'étude de rendement et du pouvoir antimicrobien de l'huile essentielle de Pituranthos chloranthus de la région de Biskra. Thèse de Master. Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, Algérie, p : 62.

111. Delaplace, J. (2007). *György Ligeti: un essai d'analyse et d'esthétique musicales* (p. 286). Presses universitaires de Rennes.

112. VAN DER ZAAG D.E., VAN LOON C.D. (1987). Effect of physiological age on growth vigour of seed potatoes of two cultivars. 5. Review of literature and integration of some experimental results. Potato Research. Vol. 30, 451-472.

113. Kirk, P.M., Cannon, P.F., Minter, D.W., Stalpers, J.A . (2008). Dictionary of the fungi (IOth ed.). CAB International Europe-UK, 1-771.

114. Smirnoff, N. (Ed.). (2008). *Antioxidants and reactive oxygen species in plants*. John Wiley & Sons

115. WRAP UK. 2017. Household food waste in the UK, 2015. Final report. Research date: September - October 2016 edition. Banbury (Royaume-Uni).

116. Schwärzel, R., Torche, J. M., Ballmer, T., Musa, T., Dupuis, B., Riot, M. T., & Vetterli, C. (2014). pomme de terre–variétés 4. 21.

117. Ingram, J., Cummings, T., Johnson, D. 2011. Response of Colletotrichum Coccodes to Selected fungicides using a plant inoculation assay and efficacy of Azoxystrobin applied by chemigation. American Journal of Potato Research

118. ZABROUSKOV V., KUMAR G.N.M., SPYCHALLA J.P., KNOWLES N.R. (2002). Oxidative metabolism and the physiological age of seed potatoes are affected by increased α-linolenate content. Physiologia Plantarum. Vol. 116, 172-185.

119. **جيدل ص.**، 2015–تقدير المحتوى الفينولي والتأثير المضاد للأكسدة لمستخلصات نباتات *Argania spinosa* L و*Artemisia campestris* و*Pistacia lentiscus* L أطروحة مقدمة للحصول على دكتوراه العلوم. جامعة فرحات عباس سطيف. ص: 76–81 .

120. دحية م.، 2009 – النباتات الطبية في مناطق الجلفة، بوسعادة والمسيلة. دراسة نبات القزاح Pituranthosأنواعه، التركيب الكيميائي والنشاطية البيولوجية للزيوت الطيارة للسيقان. مذكرة لنيل شهادة الدكتوراه.قسم البيولوجيا. جامعة فرحات عباس سطيف.

121. قدوري زهية.، طعبة سميحة.، 2019 – المساهمة في دراسة نواتج الأيض الثانوي و الفعالية البيولوجية *Pituranthos chloranthus* لمستخلصات نبات القزاح .

-