



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الإخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Microbiologie

قسم : الميكروبيولوجيا

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Mycologie et biotechnologie Fongique

Intitulé :

**Etude des moisissures d'altération et des moisissures
phytopathogènes de deux types de légumes frais
(La pomme de terre et la tomate)**

Présenté et soutenu par : Allouache Sabrina

Benhamida Imene

Chikh Souhaila

Le : 30/09/2020

Jury d'évaluation :

Présidente du jury : Mme. ALMI Hiba (MCB - UFM Constantine).

Rapporteur : Mme. MERGOUD Lilia (MAA - UFM Constantine).

Examinatrice : Mlle. BOUCHLOUKH Warda (MAA - UFM Constantine).

*Année universitaire
2019- 2020*

Remerciement

Tout d'abord, nous remercions ALLAH le tout puissant et le miséricordieux de nous avoir donné la santé, le courage, la volonté et la force pour réaliser ce travail.

Nous remercions notre encadreur Mergoud L. pour ces orientations et aides durant la réalisation de notre mémoire.

Nous tenons de remercier également madame Bouchloukh Warda et Almi Hiba pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant

de juger ce mémoire.

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réussite de ce mémoire

Dédicace

*Je dédie ce travail à mes chers parents pour leur
encouragement et leurs sacrifices,*

Sans lesquels je ne serais jamais arrivé là où j'en suis.

*À ma belle sœur Rahma et mes chers frères Djawed, Ahmed et
Housseem.*

À mon très cher fiancé.

À mes chers binômes Sabrina et Imene et leurs familles.

À mes meilleurs amis et tout ceux qui j'aime.

Souhaïla

Dédicace

*Je remercie mon « Dieu » le tout puissant de nous avoir guidé
pour réaliser ce modeste travail.*

C'est avec un grand plaisir que je dédie ce mémoire :

*A mes parents qui sont ma source de lumière et d'inspiration,
Mon Père Mohamed el Taher en témoignage de ses sacrifices,
ma chère Mère Safia pour ses sacrifices depuis qu'elle m'a mis
au monde, et qui n'a pas cessé de m'encourager, de me soutenir
dans les moments difficiles*

A mes chers frères : Ayoub, Oussama et Aymen

Ma sœur : Hadjer

A mon cher mari : Khaled

ET L'ENFANT : Oubai

Sabrina

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

Mon père et ma mère qui m'a soutenu sans relâche et m'a donné la force et la volonté de faire des efforts et ne jamais baisser les bras.

À La mémoire mon frère Yahya Abderahmen qui nous ont quitté, il y a de cela 7 ans .

A mes soeurs : Asma et Anfel et leurs maris : Noureddine et Akram qui m'ont encouragé beaucoup et m'ont aidé sans oublier la petite sœur "Rayhana le bonheur de notre famille.

A mes tantes et mes oncles.

Et à toutes les personnes que j'aime.

Imene

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....	1
1-Description botanique.....	4
1.1-Généralités sur les légumes	4
i.La pomme de terre.....	4
A)Historique et origine.....	4
B)La classification	5
C)Description botanique	5
D)La valeur nutritionnelle	6
ii.La tomate.....	8
A)Origine et historique.....	8
B)Classification botanique	8
C)Description botanique	9
D)La valeur nutritionnelle	11
iii.La valeur économique de la tomate et de la pomme de terre	11
2-Les moisissures d'altération et les moisissures phytopathogènes.....	14
2.1-Généralités sur les moisissures	14
i.La morphologie des moisissures	14
ii.Classification.....	15
iii.Mode de reproduction	17
iv.Cycle de vie.....	17
v.Conditions de croissance	19
A)Eléments nutritifs	19

B)Facteurs physicochimiques	20
2.2-Altération des moisissures	22
i.Définition.....	22
ii.Types d'altérations alimentaires	22
iii.Origine des microorganismes dans les aliments	23
iv.Facteurs favorisant la contamination par les moisissures	24
2.3-Techniques d'isolement et d'identification de l'agent pathogène	24
i.Isolement de l'agent pathogène.....	24
ii. Purification.....	24
iii. Identification	24
A)Etude macroscopique	25
B)Etude microscopique	25
a.Méthode de Ruban adhésif	25
b.Méthode de lactophénol bleu de coton.....	25
c.Examen microscopique à l'état frais	25
2.4- Les principales moisissures rencontrées sur la pomme de terre et la tomate... ..	25
2.5-Les maladies fongiques	32
i.Généralités sur la phytopathologie.....	32
ii.Les maladies fongiques de pomme de terre	32
iii.Principales maladies fongiques de la tomate :	35
2.6- Étude comparative de la fréquence des maladies phytopathogènes dans trois pays	40
Conclusion	42

Résumé

Abstract

ملخص

Références bibliographiques

Liste des figures

Figure 1	plante de pomme de terre	6
Figure 2	Composition chimique de tubercule de pomme de terre	7
Figure 3	la tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i>)	8
Figure 4	graines de la tomate	10
Figure 5	racines de la tomate	10
Figure 6	tiges de la tomate	10
Figure 7	les feuilles de la tomate	10
Figure 8	les fleurs de la tomate	11
Figure 9	les fruits de la tomate	11
Figure 10	Quelques champignons filamenteux	15
Figure 11	cycles de vie moisissures	18
Figure 12	Rhizocton brun(<i>Rhizoctonia solani</i>)	26
Figure 13	<i>Alternaria alternata</i> et <i>Alternaria solani</i> de la pomme de terre	27
Figure 14	<i>Colletotrichum coccodes</i> de la tomate	28
Figure 15	<i>Botrytis cinerea</i> de la tomate	28
Figure 16	<i>Phytophthora infestans</i> de pomme de terre	29
Figure 17	<i>Fusarium oxysporum</i> de pomme de terre	29
Figure 18	<i>Verticillium albo-altrum</i> de pomme de terre	30
Figure 19	symptômes de l'Alternariose sur feuille et tige de la tomate	36
Figure 20	symptômes de la pourriture grise sur tige et fruit de la tomate	36
Figure 21	symptômes de la fusariose vasculaire de la tomate	37
Figure 22	symptômes de mildiou sur feuille et fruits de tomate	38
Figure 23	symptômes de l' <i>Oidium néolycopersici</i> sur des feuilles de tomate	38
Figure 24	symptômes de <i>Passalora fulva</i> sur une de tomate	39
Figure 25	symptômes de la Stemphyliose sur une feuille de tomate	39

Figure 26	Symptômes de <i>Trichothecium roseum</i> sur un fruit de tomate	40
Figure 27	symptômes de l'Anthracnose sur fruit de tomate	40
Figure 28	Sclérotés murs sur une tige de tomate	41

Liste des tableaux

Tableau 1 la classification de la tomate	09
Tableau 2 classification des mycètes	17
Tableau 3 les principaux agents pathogènes infectant la pomme de terre	32
Tableau 4 les principales maladies fongiques de la tomate	35
Tableau 5 Tableau comparatif de maladies fongiques rencontrées en Algérie, au Maroc et en Canada.	42

Introduction

Introduction

Au cours des vingt dernières années la recherche en nutrition humaine a prouvé qu'un régime équilibré, riche en fruits et légumes, garantit une bonne santé et peut réduire les risques de certaines maladies. Par conséquent, l'un des secteurs agroalimentaires qui connaît la plus forte croissance est celui des produits frais prédécoupés, tels que la pomme de terre et la tomate qui sont considérées comme l'un des principales ressources alimentaires et financières des populations à l'échelle mondiale (**Meng et Doly, 2002**).

La situation alimentaire actuelle en l'Algérie nécessite une meilleure prise en charge de l'amélioration de la production agricole de large consommation des légumes. D'un point de vue agronomique ces cultures sont aisées et d'un point de vue commercial, elles sont très appréciées par les populations algériennes (**Yakhlef, 2014**).

Malgré les avantages liés à la consommation des fruits et légumes frais, celle-ci pose un problème de sécurité alimentaire dans la mesure où ces aliments consommés crus sont depuis longtemps reconnus comme sources de transmission de maladies infectieuses. Même si la majorité des intoxications alimentaires sont dues à la consommation d'aliments d'origine animale, le nombre de cas associés aux fruits et légumes frais a progressé au cours des dix dernières années. Ainsi une large gamme de fruits et légumes frais contaminés ont récemment causé d'importantes épidémies d'infections microbiennes. Celles-ci peuvent s'expliquer par différents facteurs : des changements dans les pratiques agricoles, une croissance de la consommation des fruits et légumes crus ou peu transformés, une augmentation des échanges internationaux et du nombre de consommateurs immunodéprimés (**Beuchat, 2002**).

De nombreuses espèces microbiennes sont à l'origine d'altérations de légumes crus récoltés et donc de pertes de récoltes. Il existe une grande variété d'agents d'altération capables ou non de se développer au cours du stockage. Certains microorganismes d'altération s'avèrent spécifiques à quelques espèces végétales alors que d'autres, tels que *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia*, *Sclerotium rolfsii*, *Rhizopus stolonifer*... peuvent attaquer à une large gamme de produits. L'importance relative des microorganismes d'altération varie selon les pays et les climats. La présence de microorganismes pathogènes sur les légumes peut être à l'origine d'intoxication alimentaire. Les légumes présentent en effet des

conditions idéales à la survie et à la croissance de ces germes. (**Hilborn *et al.*, 2001 ; Seymour et Appleton, 2001 ; Long *et al.*, 2002**).

Ce travail vise à démontrer la flore fongique qui altère deux types de légumes frais : la pomme de terre et la tomate ainsi que les maladies fongiques affectant ces deux légumes.

Description botanique

1 -Description botanique

1.1 -Généralités sur les légumes

Les légumes frais proviennent de toutes les parties de la plante : racines (carottes, navet...), Tubercules (pommes de terre), tiges (céleri branche), feuille (épinard), fleur (chou-fleur), fruit (tomate, courgette). Ils se caractérisent par une teneur en eau très importante (90 % en moyenne), un apport en glucides modéré : 1 à 6 % pour les parties aériennes des plantes (salades, épinards, courgettes, tomates...) et 9 % environ pour les racines (carottes, céleri...). Les légumes représentent un apport important de potassium. On y trouve également du calcium (surtout dans les choux), du magnésium, du fer et du cuivre (légumes à feuilles type épinard), du soufre (choux, oignons, ail, poireaux, navets, radis) et de nombreuses autres matières minérales. Les légumes sont riches en vitamines hydrosolubles : vitamine C (choux, légumes à feuilles, tomates), provitamine A ou bêta-carotène (partie colorée des plantes : légumes à feuilles vertes, carottes...) et vitamines du groupe B. Les *fibres* des plantes se composent surtout de cellulose, d'hémicellulose et de matières pectiques. La pomme de terre se distingue par un apport plus important en amidon (20 %) et une teneur en vitamine C assez faible surtout après quelques mois de conservation. Elle doit être assimilée aux aliments sources d'amidons (pâtes alimentaires, riz) plutôt qu'à un légume frais (Anonyme, 2011).

i. La pomme de terre

A) *Historique et origine*

La pomme de terre (*Solanum tuberosum L.*) est originaire de la cordillère des Andes dans le Sud-ouest de l'Amérique du Sud où son utilisation remonte à environ 8 000 ans. Elle est introduite en Europe vers la fin du XVI^e siècle à la suite de la découverte de l'Amérique par les conquistadors espagnols (Hawecks, 1994). Elle arrive en Afrique par les missions chrétiennes à la fin du XVII^e siècle, sous forme de petites plantations (Rousselle *et al.*, 1996). On pensait autrefois que la pomme de terre était issue d'une plante sauvage unique, l'espèce *S. tuberosum*. Dès 1929, les botanistes russes Juzepczuk et Bukasov avait 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., 1996**).

Elle est aujourd'hui cultivée dans plus de 150 pays sous pratiquement toutes les latitudes habitées (**Hawkes, 1994**).

B) La classification

La pomme de terre *Solanum tuberosum* L. a été décrite par **Linné en 1753**. Elle appartient à la famille des Solanacées qui contient des genres aussi variés. Elle comporte environ 1000 espèces dont plus de 200 sont tubéreuses (**Hawkes, 1990**).

Selon **Boumlik (1995)**, la taxonomie est la suivante :

EmbranchementAngiospermes
ClasseDicotylédones
Sous classeGamopétales
Ordre..... Polmoniales
FamilleSolanacées
GenreSolanum
Espèce*Solanum tuberosum* L.

C) Description botanique

La pomme de terre est une plante herbacée annuelle. Les tiges aériennes de la pomme de terre dont le nombre peut varier de 1 à 10 ont un port érigé au début, puis devient étalé par la suite. Les feuilles sont composées (6 à 10 folioles/feuille) (voir figure 1). Elles permettent par leurs différents aspects et de coloration de caractériser les variétés. La floraison de la pomme de terre est terminale et en forme de cyme. La fleur peut - être de couleur blanche, bleue ou violette. Ces fleurs donnent des fruits en forme de baie contenant des graines plates. Les graines de la pomme de terre ne sont utilisées qu'en amélioration génétique afin d'obtenir de nouvelles variétés. Le tubercule est une tige souterraine où se sont accumulées les réserves. Il peut être de grosseur et de forme variables, allant de rond oblong à long et plus ou moins aplati selon les variétés. Il se développe à partir des

bourgeons situés au niveau des yeux du tubercule. Les germes peuvent être blancs ou colorés partiellement à la base ou à l'extrémité (Figure 1) (F.A.O., 2008).

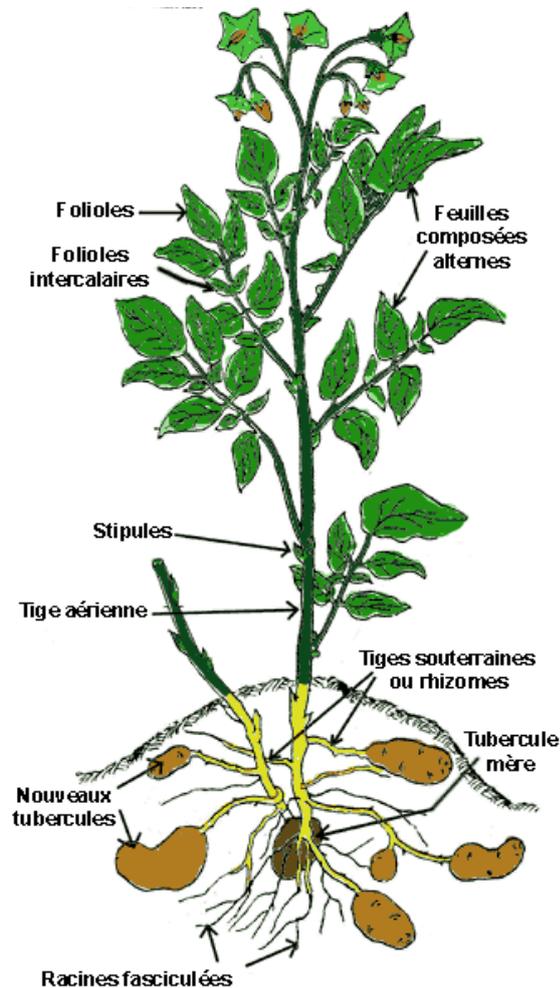


Figure 1 : Plante de pomme de terre (Soltner, 2005).

D) La valeur nutritionnelle

La Pomme de terre a une valeur nutritionnelle très satisfaisante. En effet, elle apporte des vitamines, des oligoéléments et autres minéraux qui sont nécessaires à une alimentation saine et équilibrée. La pomme de terre représente une bonne source d'énergie grâce à l'amidon renfermé dans son tubercule, elle a donc une haute teneur en glucides. En effet, dans environ 20% de sa matière sèche, on trouve 60 à 80% d'amidon. Elle contient environ 90 kcal pour 100 g. La quantité de protéines apportée par la pomme de terre est faible, mais de bonne qualité. Elle ne contient que des traces de lipides mais riche en micronutriments, en particulier en vitamine C. 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 aussi les vitamines B9, B5 et B2. La pomme de terre renferment par ailleurs des antioxydants, utiles dans la prévention des maladies liées au vieillissement, et des fibres alimentaires essentielles au métabolisme (Figure 2)(Oswaldo, 2010.)

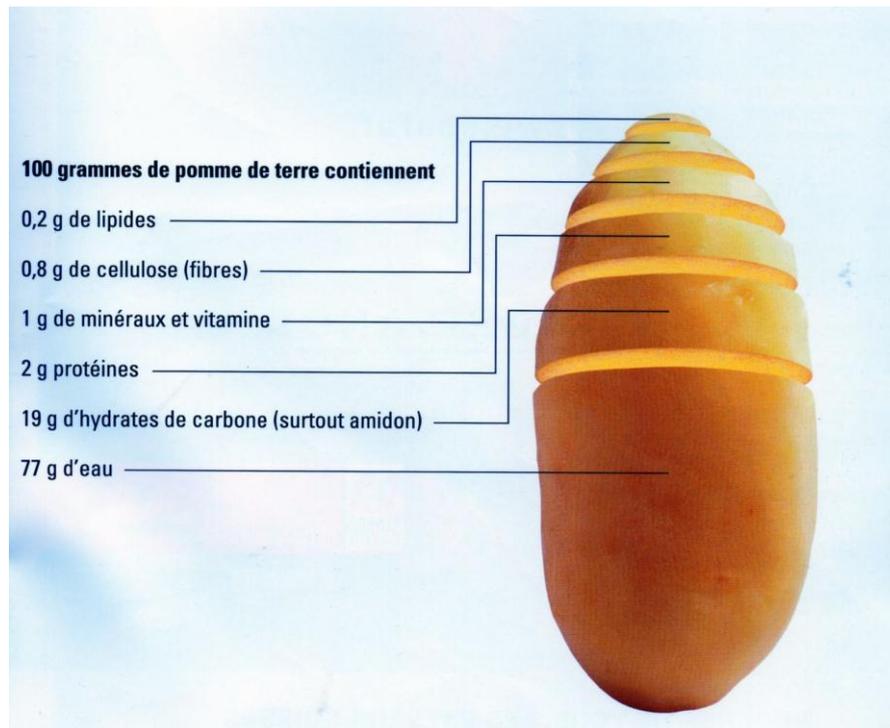


Figure 2 : Composition chimique de tubercule de pomme de terre (U.S National Nutriment Database)

ii. La tomate

A) Origine et historique

La tomate *Lycopersicum esculentum* originaire d'Amérique du sud fut domestiquée au Mexique. En 1544, elle est Introduite en Espagne en Italie puis dans les autres pays européens. Elle s'est ensuite propagée en Asie du sud et de l'est, en Afrique et en Moyen Orient (**Shankara, 2005**).

En 1905, la tomate est introduite en Algérie par les espagnols dans la région ouest (Oran) puis elle s'étendit vers le centre (**Latigui, 1984**).

Étymologiquement, le mot tomate est une déformation du mot inca Tomalt et le mot *Lycopersicum* qui signifie en latin « Pêche de loup », appellation peu alléchante à laquelle on a ajouté au XVIIIe siècle l'adjectif « esculentum » à cause des propriétés gustatives de ce légume fruit (Figure 3). (**Naika, 2005**).



Figure 3 : La tomate (*Lycopersicum esculentum*) (**ORIGINALE, 2011**).

B) Classification botanique

La classification de la tomate se base essentiellement sur le type de croissance, la nature génétique, la forme et la grosseur des fruits, le nombre moyen de loges par fruits, la résistance aux maladies et la qualité commerciale et industrielle de la variété (**Kolev, 1976**). C'est une espèce de plante herbacée de la famille des Solanacées.

Selon **Dupont et Guignard (2012) et Spichiger (2004) (Tab.1)** , la tomate est classée comme suit :

- RègnePlantae
- Sous règneTrachenobionta
- DivisionMagnoliophyta
- ClasseMagnoliopsida
- Sous- classeAsteridae
- Ordre.....Solanales
- Famille.....Solanaceae
- Genre.....Lycopersicum
- Espèce..... *Lycopersicum esculentum* Miller

Tableau 1 : La classification de la tomate

Selon APG III (2009), la classification de la tomate qui suivie	Cronquist (1981) ; Gaussen <i>et al.</i> (1982) proposèrent la classification de la tomate qui est largement suivie :
Kingdom... Plantae	Kingdom... Plantae
DivisionAngiosperms	Division ...Trachenobionta
Class.....Eudicots	Class... ..Magnoliophyta
Clade.....Coreeudicots	Clade.....Magnoliopsida
CladeAsteridae	Clade.....Asteridae
CladeLamiids	Order.....Solanales
Order.....Solanales	Genus..... <i>Solanum ou lycopersicon</i>
Family.....Solanaceae.	Espèce ... <i>lycopersiconesculentum</i> Mill
Genus..... <i>Solanumoulycopersicon</i>	
Species..... <i>lycopersiconesculentum</i> Mill	

C) Description botanique

C'est une plante herbacée vivace mais cultivée comme annuelle, aux tiges ramifiées et port rampant. La tige est pubescente, épaisse aux entre-nœuds ; les feuilles sont composées (5 à 7folioles), alternées et persistantes. Les fruits sont des baies formées de 2à 3 loges, à graines très nombreuses, et dont la taille, la forme et la couleur varient avec les différentes

variétés. Elle a une température optimale de croissance de l'ordre de 25°C et un thermo-périodisme journalier de 10°C, conditions qu'elle a retenues de son origine montagnarde (Figure 4, 5, 6, 7, 8, 9) (Messaien *et al.*, 1991).



Figure 4 : graines de la tomate (originale, 2017).



Figure 4 : racines de la tomate (originale, 2017).



Figure 5 : tige de la tomate (originale, 2015).



Figure 6 : les feuilles de la tomate (originale, 2015).



Figure 8 : les fleurs de la tomate (originale, 2015).



Figure 7 : les fruits de la tomate (originale, 2015).

D) La valeur nutritionnelle

La tomate largement consommée, joue un rôle bénéfique dans notre alimentation. Ce fruit contenant 93% à 95% d'eau, très pauvre en calories, ne fournit guère plus de 19 K calories aux 100g, soit 63 K Joules. Il est très riche en carotène et lycopène et fournit des quantités appréciables de vitamines C, ainsi que de la provitamine A et de nombreuses vitamines du groupe B. Ses minéraux sont abondants (notamment en potassium, magnésium et phosphore). Ces principales qualités font d'elles un régime alimentaire très apprécié. En outre, la tomate possède également quelques propriétés médicinales :

- Un antibiotique (Feuilles).
- Un antifatigue.
- Elle est excellente pour la santé du foie.
- Elle diminue l'hypertension.
- Elle soulage les coups de soleil (Menard, 2009).

iii. La valeur économique de la tomate et de la pomme de terre

La saturation du maraichage en Algérie apparait autour des produits dits principaux comme la pomme de terre, les oignons et la tomate qui occupent 55% du volume produit en maraichage. Ces plantes maraichères englobent un grand nombre d'espèces végétales destinées à un usage alimentaire en industriel (Anonyme, 2010; ITCMI., 2010).

La tomate occupe une place privilégiée dans le secteur maraîcher en Algérie. Elle est considérée à juste titre comme une espèce prioritaire comme la pomme de terre. En ce qui concerne la production maraîchère, la tomate représente 08,79% de production par rapport à la production totale des cultures maraîchères et 08,33% par rapport à la production totale des cultures maraîchères et industrielles (**Snoussi, 2009**).

La semence utilisée en Algérie provient totalement de l'étranger et principalement de Hollande, France et d'Amérique (**ITCMI., 2010**).

Les plantations de pomme de terre occupent 100 000 ha, soit 27% de la superficie totale consacrée aux cultures maraîchères. La production de l'année 2007 a été de 14 210 088 qx, soit 24% de la production totale maraîchères, avec un rendement moyen de 120 qx/ha, pour une valeur estimée à 52 milliards de DA. La production a connu une augmentation considérable de 42194760 qx en 2012. La pomme de terre reste un produit de base pour le consommateur Algérien (60 kg habitant/an). Cette filière à travers ses différents segments en amont et en aval compte 17 421 unités et emploie. La consommation moyenne par habitant, de plus de 50 kg de rapproche des niveaux européens (**Benaïssa et al., 2009**).

Les moisissures d'altération et
les moisissures
phytopathogènes

2 -Les moisissures d'altération et les moisissures phytopathogènes

2.1 -Généralités sur les moisissures

Les moisissures peuvent être définies comme des microorganismes hétérotrophes filamenteux et immobiles, dont la structure cellulaire est celle d'une cellule eucaryote classique (Nicklin *et al.*, 2000). Certaines vivent en symbiose avec des végétaux, d'autres sont des parasites des végétaux ou des animaux, d'autres enfin sont des saprophytes se développant aux dépens de substrats inertes ou en voie de décomposition (Bourgeois, 1989 ; Leveau et Bouix, 1993). Les moisissures possèdent un appareil végétatif constitué par un thalle filamenteux, le mycélium, dont les filaments s'appellent des hyphes. Le mycélium peut différencier des organes forts variés selon les groupes, spécialisés dans la multiplication et la dissémination, auxquels on accorde la dénomination globale de spores (Bourgeois, 1989).

Les moisissures sont aérobies, en général, acidophiles (pH compris entre 3 et 7) (Nicklin *et al.*, 2000) et mésophiles (température optimale 20-30°C) (Botton *et al.*, 1990). Cependant, certaines espèces sont psychrophiles, se développant à basse température ($T < 15^{\circ}\text{C}$ ou même parfois $< 0^{\circ}\text{C}$, comme *Cladosporium herbarium*, *Thamnidium elegans*). Elles ont, en générale, un faible besoin en eau par rapport à d'autres microorganismes ($A_w = 0.65$) (Boiron, 1996). Elles sont souvent dotées de propriétés lytiques importantes (cellulolytique, pectinolytique, amylolytique, protéolytique, lipolytique, etc.) qui en font des agents de dégradation dangereux mais aussi parfois des alliés utiles (affinage des fromages, production d'enzymes).

i. La morphologie des moisissures

Structure filamenteuse, mycélienne typique, L'ensemble des filaments (hyphes) plus ou moins enchevêtrés forme le mycélium. Mycélium visible à l'œil nu à la surface des supports : masse laineuse, cotonneuse ou veloutée et souvent pigmentée.

Au microscope, on distingue la structure intime des filaments et la présence de « Fructifications » Produisant les spores de la reproduction.

ii. Classification

Les moisissures ne correspondent pas à un groupe systématique homogène, mais se situent en diverses familles de champignons microscopiques. Leur classification est basée sur des caractères morphologiques (structure du mycélium) et le mode de reproduction (Davet, 1996). Les Eumycètes (les vrais champignons) forment un groupe très vaste incluant les classes principales des moisissures, à savoir les Zygomycètes, les Ascomycètes, les Basidiomycètes et les Deutéromycètes (Bourgeois, 1989).

• Zygomycètes

Ces moisissures possèdent un thalle mycélien non cloisonné et des organes de reproduction sexuée (Guiraud, 1998). La famille la plus importante dans cette classe est celle de Mucorales qui comprennent un grand nombre de moisissures saprophytes mais aussi quelques espèces parasites des champignons, des animaux et des hommes (mucor mycoses) et surtout des contaminants de nombreux produits alimentaires (Leveau et Bouix, 1993 ; Boiron, 1996).

Certaines Mucorales sont parfois utilisées industriellement en raison de leurs activités enzymatiques (amylase, protéase,...) comme *Rhizopus* et *Mucor* (figure10). (Guiraud, 1998).

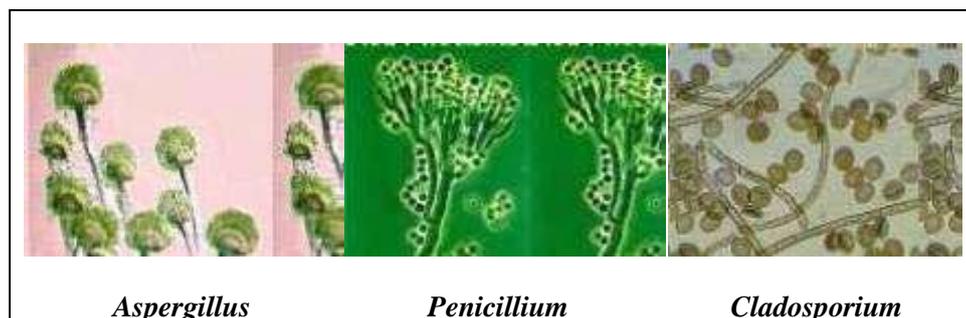


Figure 10 : Quelques champignons filamenteux (Dendouga, 2006).

• Ascomycètes

Les Ascomycètes sont définis comme des champignons à thalle mycélien cloisonné, dont le mode de reproduction est sexué avec des spores endogènes (ascospores).

Les moisissures d'altération et les moisissures phytopathogènes

Cette classe regroupe de nombreux parasites des moisissures et des végétaux (**Guiraud, 1998**). Elles sont cependant plus particulièrement nombreuses dans l'ordre des Eurotiales, des Microsciales et des Sphaeriales. Dans cette classe, le genre le plus connu est *Endothia* et *Neurospora* (**Bourgeois, 1998**).

• Basidiomycètes

Elles regroupent seulement certaines moisissures parasites. Elles sont caractérisées par un thalle à mycélium septé et une reproduction sexuée avec la formation de spores exogènes (basidiospores), c'est le cas de *Agaricus* et *Coprinus* (**Botton *et al.*; 1999**).

Les basidiomycètes sont couramment appelés « champignons à chapeau ». Ces champignons peuvent être classés sur des critères morphologiques (forme du pied et du chapeau, consistance de la chair, couleur des spores), organoleptiques (odeur et saveur) et chimiques.

- Les basidiomycètes n'ont pas de phase mobile (spores non flagellées) et possèdent toujours une paroi.
- Ils sont filamenteux septés, les cloisons présentent un port de structure caractéristique (le dolipore).
- La phase végétative est le plus souvent dicaryotique (deux noyaux haploïdes non fusionnés).
- La reproduction sexuée donne une cellule œuf dans laquelle se produit immédiatement la méiose.
- Les quatre spores méiotiques se développent à l'extrémité de cellules spécialisées (les basides) et sont dispersées par le vent à maturité.

• Deutéromycètes

Egalement appelés champignons imparfaits, les Deutéromycètes sont caractérisés par un mycélium cloisonné et une reproduction végétative réalisée par des spores asexuées ou par simple fragmentation du mycélium (**Boiron, 1996**). Ces moisissures constituent la majeure partie des Hyphales ; elles sont classées en fonction des caractéristiques des organes conidiens et du mode de groupement des hyphes. Le groupe des Deutéromycètes contient un grand nombre de contaminants de végétaux et de produits alimentaires : *Trichoderma*, *Cephalosporium*, *Fusarium*, *Geotrichum*, cette classe regroupe aussi les *Penicillium* et les *Aspergillus* (**Frazier, 1967 ; Punt *et al.*, 2002**).

Tableau 2 : Classification des mycètes (Tantaoui Elaraki, 2014)

Classes	Spores Sexuées	Importance en alimentation
Ascomycètes	Ascospores	Nombreuses formes parfaites des levures et moisissures des aliments
Basidiomycètes	Basidiospores	La plupart des champignons macroscopiques (comestibles ou vénéneux)
Deutéromycètes	Inconnues	Nombreuses levures et moisissures des aliments

iii. Mode de reproduction

Les moisissures produisent des organes de reproduction que l'on appelle de façon générale spores et qui peuvent avoir une origine sexuelle ou végétative. Les spores d'origine sexuelle résultent d'une fécondation (zygospores et oospores) ou d'une méiose (ascospores ou basidiospores) alors que les spores d'origine végétative résultent d'une simple mitose que l'on appelle fréquemment conidies. Elles assurent la reproduction et la dissémination chez les espèces de formes imparfaites, mais on les trouve également chez les autres groupes où elles coexistent au côté des formes de reproduction sexuée et leur type varie selon les moisissures

- Les thallospores sont formées aux dépens du thalle par transformation d'éléments préexistants.
- Les sporangiospores sont des cellules flagellées ou non ne provenant pas d'une fraction préexistante du thalle.
- Les conidiospores sont des cellules qui ne sont pas issues directement d'une portion préexistante du thalle. Ces spores toujours terminales naissent d'un filament appelé conidiophore (métule, phialide, etc.) (Guiraud, 1998).

iv. Cycle de vie

Le cycle de vie des moisissures est illustré par 4 principales étapes (germination, développement, reproduction et dormance/latence).

Les moisissures d'altération et les moisissures phytopathogènes

Le cycle de vie des moisissures en milieu intérieur débute lorsqu'une spore se dépose sur une surface lui offrant les conditions nécessaires à sa croissance. En fait, la germination se déclenche par la présence d'eau combinée ou non à certains facteurs très spécifiques comme l'intensité lumineuse, certaines températures ou types d'éléments nutritifs. La spore germera alors et donnera naissance à un premier filament non différencié, appelé hyphes, qui s'allongera pour former un ensemble appelé mycélium. Cet ensemble de filaments, plus ou moins ramifiés, constitue le thalle des champignons. En présence de conditions favorables à la sporulation, le mycélium donnera naissance à des structures plus spécialisées, qui produiront des spores asexuées (conidies) ou, plus rarement, des spores sexuées. Chaque moisissure produit un très grand nombre de spores dont l'ensemble, appelé sporée, se présente très souvent sous un aspect poudreux et coloré à la surface de la moisissure. La taille, la forme et la couleur des spores de moisissures varient grandement d'une espèce à l'autre. Par contre, en microscopie, toutes les spores d'une même espèce sont de couleur, de dimension et de forme relativement constante ce qui, dans bien des cas, constitue un élément d'identification taxonomique (Figure 11) (ACGIH, 1999).

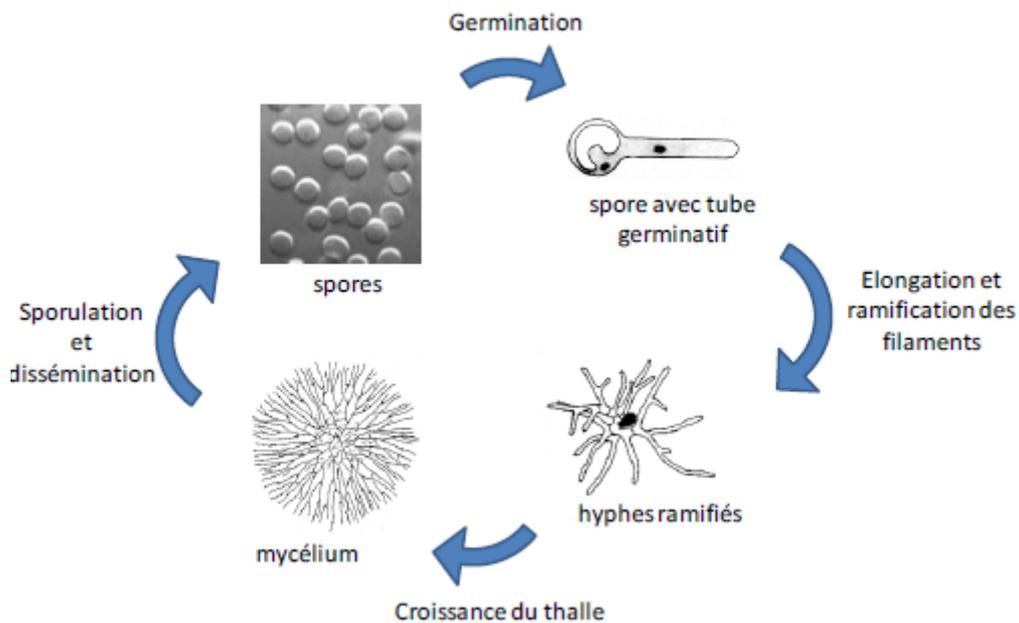


Figure 11 : cycle de vie moisissures (www.aspergillus.man.ac.uk)

v. Conditions de croissance

A) *Éléments nutritifs*

Les moisissures sont des microorganismes hétérotrophes, elles exigent donc la présence des éléments nutritifs de base (carbone, azote et ions minéraux) dans le milieu qui assure leur croissance. Les moisissures possèdent une panoplie enzymatique extrêmement riche qui leur permet d'utiliser plus efficacement encore que les bactéries les substrats les plus complexes. Leur digestion doit commencer dans le milieu extérieur par des enzymes excrétées (extracellulaires) ou liées à la paroi, car seules les molécules de taille relativement petite peuvent franchir les parois et gagner le cytoplasme (**Davet, 1996**).

- **Source de carbone et d'énergie**

Pratiquement tous les composés organiques peuvent être utilisés comme source de carbone et d'énergie par les moisissures. La plupart d'entre elles peuvent métaboliser le glucose et le saccharose avec quelques polysaccharides comme l'amidon et la cellulose (**Boiron, 1996 ; Nicklin et al., 2000**). Certains d'entre elle produisent des lipases extracellulaires capable d'hydrolyser les lipides en glycérol et acide gras qui peuvent être assimilés par beaucoup d'espèces fongiques, alors que seulement certaines espèces utilisent les acides organiques et l'éthanol (**Boiron, 1996 ; Tabuc , 2007**).

- **Source d'azote**

La plupart des moisissures assimilent l'ammoniaque sous forme de sels (NH_4^+) dont la présence réprime l'utilisation d'autres sources azotées (nitrate, acides aminés, protéines). L'ammoniaque est transformé en acide glutamique, en glutamine ou en d'autres acides aminés par transamination (**Boiron, 1996**), alors que seules certaines espèces utilisent le nitrate, d'autres ne peuvent croître qu'en présence d'azote organique et aucune moisissure ne peut fixer l'azote atmosphérique (**Devet , 1997; Belyagoubi, 2006**).

- **Éléments minéraux**

La présence des ions minéraux et métaux dans le milieu de culture est nécessaire pour la croissance et la reproduction de plusieurs espèces fongiques, il s'agit essentiellement de sulfate, de magnésium, de potassium, de sodium et de phosphore avec des concentrations plus au moins différentes selon l'espèce (**Uchicoba et al., 2001**). Des traces d'éléments tels que le fer, le cuivre, le manganèse, le zinc et le molybdène, sont nécessaires à la plupart

des moisissures pour la production des cytochromes, des pigments, des acides organiques, etc. (Boiron, 1996).

B) Facteurs physicochimiques

Facteurs physicochimiques ont une grande influence sur le développement des moisissures ainsi que sur la germination, nous examinerons successivement quelques paramètres importants.

- **Température**

La température joue un rôle prépondérant dans la croissance mycélienne, elle intervient également dans la sporulation et la germination des spores (Bourgeois, 1989). La plupart des moisissures sont mésophiles avec des optima de croissance de 25 à 35°C (Botton *et al.*, 1999 ; Julien, 2002). Quelques espèces sont thermotolérantes ou thermophiles et peuvent croître à haute température (au-dessus de 50°C) avec une croissance optimale aux environ de 20 à 25°C, *Aspergillus fumigatus* en est un bon exemple (Botton *et al.*, 1999 ; Nicklin *et al.*, 2000). D'autres sont des psychrophiles ou psychrotolérantes se développant à basses températures (entre -5 et 10°C) tels que *Helicostylum pulchrum*, *Chrysosporium pannorum* et *Cladosporium herbarum*, ces espèces peuvent survivre même à -60°C, on les rencontre dans des entrepôts frigorifiques (Davet, 1996 ; Botton *et al.*, 1999).

- **Humidité**

Les moisissures ont en général un besoin en eau faible par rapport aux autres microorganismes (Davet, 1996). Néanmoins, l'humidité a une grande influence sur le développement des moisissures non seulement sur la croissance mycélienne et la sporulation mais plus particulièrement sur la germination des spores (Bourgeois, 1989).

Les moisissures à mycélium non cloisonné sont les plus sensibles à la dessiccation ; leur développement cesse lorsque le potentiel hydrique descend au-dessous de - 4 MPa (Méga Pascal). Les moisissures à mycélium cloisonné supportent en moyenne jusqu'à - 10 MPa. Cependant, les *Aspergillus* et les *Penicillium* peuvent en général se développer à des potentiels hydriques de l'ordre de - 20 MPa (Davet, 1996).

- **pH**

La grande majorité des champignons filamenteux se développent dans une zone de pH de 4.5 – 8.0 (Botton et al., 1999), bien qu'ils soient capables de croître dans une large gamme de pH avec une tendance à croître dans des milieux légèrement acide . C'est le cas de *Fusarium culmorum*, *Trichoderma harzianum* et *Aspergillus oryzae*. (Urbanek et al., 1984 ; Delgado-Jarana et al., 2002). Cependant, les enzymes extracellulaires produites dans des milieux complexes peuvent avoir des optima de pH d'activité très différents (plus acides ou plus basiques) (Botton et al., 1999). Par ailleurs, les champignons modifient souvent le pH du milieu par absorption sélective et échange d'ions, production de CO₂ ou de NH₃ ou par production d'acides (Boiron, 1996).

- **Oxygène**

La quantité d'oxygène mise à la disposition des moisissures est un facteur important de développement. La plupart sont aérobies, les plus exigeantes vivent dans les régions périphériques des substrats, les moins exigeants peuvent se développer en profondeur comme *Fusarium oxysporum* et *Aspergillus fumigatus*. Certaines peuvent même supporter une anaérobiose très stricte comme *Neocallimastix* (Bourgeois, 1989 ; Botton et al., 1999).

- **Lumière**

Les radiations du spectre visible (380 – 720) n'ont en général pas d'action sur la croissance végétative des champignons mais peuvent agir sur la sporulation. La plupart des moisissures n'exigent pas de lumière pour leur croissance, ni pour la germination de leurs spores (Botton et al., 1999).

- **Activité en eau (A_w)**

L'A_w d'un aliment dépend de sa composition chimique, c'est-à-dire de la quantité d'eau retenue par les sels, sucres et protéines, ainsi que de ses caractéristiques physiques (porosité, polarité). Ce paramètre peut varier de 0 (pour les substrats dans lesquels toute l'eau est retenue) à 1 (pour l'eau pure).

Les moisissures sont, de façon schématique, plus xérotolérantes que les autres microorganismes (bactéries, levures). La plupart des moisissures se développent bien pour

des activités en eau voisines de 0,85. Par conséquent, beaucoup de produits dont l'activité hydrique ne permet pas la croissance bactérienne peuvent être colonisés par les moisissures. Les moisissures appartenant aux genres *Aspergillus* et *Penicillium* sont généralement capables de se développer à des A_w voisines de 0,7 à 25°C ; elles peuvent donc se développer dans les aliments pauvres en eau comme les céréales au cours de stockage, les fruits secs, les produits dont l'activité hydrique a été réduite (produits de salaison sèche, confitures,...) (Castegnaro et Pfohl-Leszkowicz, 2002). Par comparaison, les *Fusarium* ne peuvent se développer qu'à des A_w supérieures à 0,9. Il s'agit donc d'espèces se développant au champ, sur les plantes vivantes (Castegnaro et Pfohl-Leszkowicz, 2002).

2.2 -Altération des moisissures

i. Définition

C'est une modification que subit un produit alimentaire par rapport à sa constitution spécifique. L'aliment altéré a une incidence directe sur la santé du consommateur et peut provoquer des intoxications graves voire mortelles.

ii. Types d'altérations alimentaires

A. Altérations physiques

- Choc, blessures
- Changement d'état
- Variation de la teneur en eau
- Changements de couleur

B. Altérations Biochimiques (par des enzymes)

- Brunissement enzymatique : Correspond à la conversion des composés phénoliques en polymères colorés le plus souvent bruns ou noirs qui sont désignés

« mélanines », sous l'action d'une enzyme : la polyphénol oxydase (PPO) ; Ces réactions entraînent une modification de l'apparence, de la flaveur et de la qualité nutritionnelle du produit (préjudiciables à la qualité organoleptique de l'aliment). Exemple : altération des bananes.

Les moisissures d'altération et les moisissures phytopathogènes

- Lipolyse : L'hydrolyse des lipides est principalement le fait d'enzymes lipolytiques : lipases. Les lipases hydrolysent les liaisons esters des glycérides et libèrent à partir des triglycérides : des acides gras, des diglycérides et des monoglycérides => goût et odeur désagréables.

Hydrolyse : Les hydrolases qui posent des problèmes dans le cas des aliments d'origine végétale sont :

- Pectinases : Dégradent les parois cellulaires des fruits et légumes => ramollissement des parois.
- Amylases : Hydrolyse de l'amidon en sucres réducteurs (exp : pomme de terre)

C. Altérations chimiques

- Oxydation des lipides : Les lipides s'oxydent en général plus vite lorsqu'ils sont libres et plus insaturés (les AG saturés ne s'oxydent qu'à une $T^{\circ} > 60^{\circ}\text{C}$ tandis que les AG polyinsaturés s'oxydent même lors de l'entreposage des aliments à l'état congelé).

L'oxydation des lipides conduit au rancissement (goût et odeur désagréables) (**Benyazid, 2020**).

iii. Origine des microorganismes dans les aliments

Les aliments sont des substances nécessaires à la croissance et l'entretien de notre organisme. Ils sont très nombreux et existent sous des formes très variables d'origines animales et végétales. La flore microbienne normalement associée aux plantes et aux animaux est potentiellement présente à côté de l'apport microbien exogène qui est souvent inéluctable. Les microorganismes contaminants sont très variés et peuvent être classés en deux catégories : Endogène et Exogène.

1- Contamination d'origine endogène : Les microorganismes préexistent dans la matière brute ou l'aliment avant toute manipulation. Ils proviennent de l'organisme animal ou végétal à partir duquel est produit l'aliment.

2- Contamination d'origine exogène : Elle se définit comme l'apport accidentel des microorganismes lors de la transformation de la matière première (**Gueroui, 2018**).

iv. Facteurs favorisant la contamination par les moisissures

Deux groupes de champignons (ou moisissures) toxigènes (producteurs de mycotoxines) peuvent être distingués. Le premier type est constitué de champignons envahissant leur substrat et produisant la mycotoxine sur plantes sénescentes ou stressées : il sera question de toxines de champs. L'autre groupe rassemble ceux qui produisent les toxines après récolte ; on les qualifiera de toxines de stockage. Ainsi, des champignons du sol ou des débris de plantes peuvent disséminer leurs spores sur la plante ou les grains puis proliférer pendant le stockage si les conditions le permettent. Un certain nombre de facteurs favorisent la colonisation des aliments par les moisissures :

- Les blessures des parois ou des enveloppes externes des aliments ;
- La température, 20 à 30 °C est une zone optimale de croissance, mais les moisissures peuvent croître dans une gamme très large de températures ;
- La composition de l'atmosphère gazeuse, les moisissures sont généralement aérobies et l'augmentation de l'atmosphère en CO₂ limite leur croissance (**Gueroui, 2018**).

2.3 -Techniques d'isolement et d'identification de l'agent pathogène

i. Isolement de l'agent pathogène

Les échantillons sont découpés en petites fragments et déposés sur un milieu gélose PDA, l'incubation se fait à 25°C pendant 5 à 7 jours (**Benhamou et al., 1997**).

ii. Purification

Les isolats obtenus sont purifiés par un repiquage successif, qui consiste à transférer aseptiquement le microorganisme sur un milieu stérile pour l'isoler ou le maintenir en culture pure, il convient de prélever avec une anse stérile quelques spores ou un fragment mycélien et le transférer dans un milieu neuf (**Botton et al., 1999**).

iii. Identification

L'identification des genres/espèces de moisissures dépend d'une part, de l'examen macroscopique des cultures sur milieu gélosé en boîtes de Pétri, et d'autre part de l'examen microscopique (**Botton et al., 1990**).

A) Etude macroscopique

L'observation macroscopique est réalisée sur la face et le revers de la boîte, en basant sur la détermination de l'aspect des colonies et la forme et la couleur des spores et la vitesse de croissance et le diamètre de la colonie (**Botton *et al.*, 1990**).

B) Etude microscopique

L'identification microscopique des champignons repose sur plusieurs méthodes, les méthodes les plus utilisées sont celles du ruban adhésif, méthode de lactophénole et de l'état frais.

a. Méthode de Ruban adhésif

Un petit morceau du ruban adhésif est appliqué par la face collante sur la colonie puis déposé sur une lame porte-objet. Puis observation au microscope à immersion à l'objectif ($\times 40$) puis à ($\times 100$) (**Joffin, 2013**).

b. Méthode de lactophénole bleu de coton

Un fragment de la colonie est prélevé à l'aide d'une anse de platine et déposé sur une lame porte-objet dans une goutte de colorant ensuite recouvrir avec une lamelle couvre-objet qui fait écrasée la préparation (**Chabasse *et al.*, 2002**).

c. Examen microscopique à l'état frais

Cette méthode consiste à déposer une goutte d'eau distillée sur la lame, puis apporter et dissocier dans la goutte un prélèvement de la colonie à identifier, recouvrir la lame par une lamelle puis observer au microscope à immersion à l'objectif ($\times 40$) puis ($\times 100$) (**Carip, 2008**). L'observation au microscope à immersion a été effectuée aux différents grossissements ($\times 10$, $\times 40$), et puis ($\times 100$). Ce type d'identification est fondée essentiellement sur l'étude morphologique de mycélium (absence ou présence de cloisons, couleur, différenciation,...) et des spores (forme, couleur, texture des parois,...) (**Harrigan et McCance, 1976 ; Oteng-Gyang, 1984 ; Guiraud, 1998**).

2.4 - Les principales moisissures rencontrées sur la pomme de terre et la tomate

Chaque année, des animaux ravageurs, des plantes parasites, des insectes, des nématodes et des microorganismes phytopathogènes (bactéries, champignons, virus) sont

Les moisissures d'altération et les moisissures phytopathogènes

responsables de la perte d'environ 20% à 40% du rendement des cultures avant la récolte (Riba et Silvy, 1989) et de 1% à 20% après la récolte (Milaso et Bart, 2003).

Parmi 100000 espèces de champignons microscopiques ou mycètes connues, 2% sont des parasites phytopathogènes et parfois des parasites obligatoires.

▪ *Rhizoctonia solani*

Ce champignon infecte les tubercules, les tiges et les stolons, causant des lésions brunâtres ou noires qui cernent souvent la partie infectée et entraînent des pertes de rendements. Les sclérotés noirs qui se forment sur la peau des tubercules peuvent également réduire la qualité de la récolte. L'infection peut provoquer un rosissement des feuilles, un rabougrissement des plants, une chlorose, un enroulement de l'extrémité des feuilles, Le rhizoctone brun peut aussi provoquer la malformation et la fissuration des tubercules (Figure 12)(Anonyme, 2011).



Figure 12 : *Rhizoctonia solanikuhn* sur la pomme de terre (ephytia.inra.fr/fr/C/21182/Pomme-de-terre-symptomes)

▪ *Alternaria alternata*

Alternaria alternata est une espèce de champignons phytopathogènes de la famille des Pleosporaceae. C'est l'agent de la maladie des taches foliaires et d'autres maladies (souvent appelées « alternariose ») affectant de très nombreuses espèces végétales. C'est un phytopathogène opportuniste provoquant divers symptômes, taches noires, pourriture, rouille, etc. sur les différents organes de la plante. Chez l'homme, ce champignon peut causer des infections de l'appareil respiratoire supérieur et provoquer de l'asthme chez les personnes sensibles (Figure 13) (Champion, 1997).

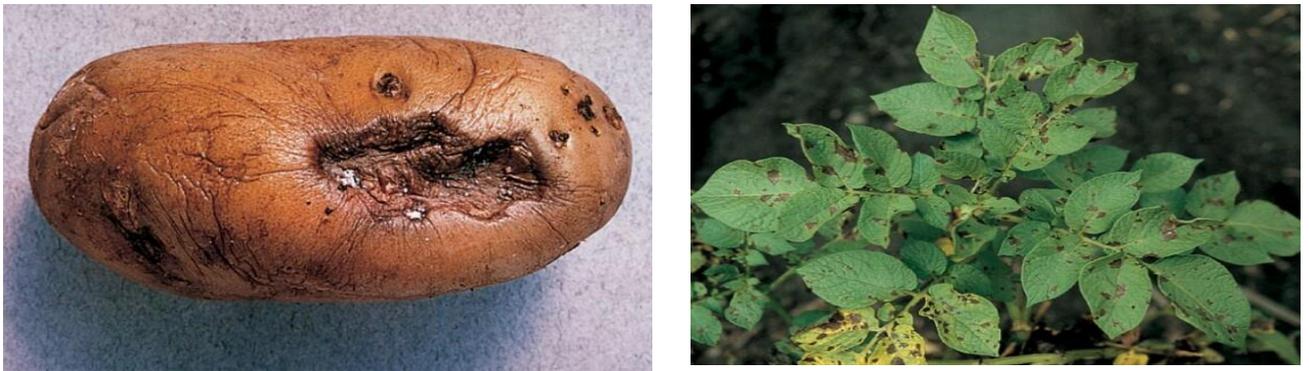


Figure 13: *Alternaria alternata* et *Alternaria solani* de la pomme de terre (*Maladie et ravageurs pris en compte dans le cadre du contrôle officiel des plants de PDT, 2006*)

▪ *Colletotrichum coccodes* (Pourriture racinaire)

Responsable de l'Anthracnose, *Colletotrichum coccodes* occasionne des pertes conséquentes dans de nombreuses zones de production. Ses dégâts se manifestent essentiellement sur les fruits mûres, produits en plein champ et parfois en post-récolte. Les symptômes qui apparaissent sur ces fruits mûrs sont sous forme de petites lésions brunes claires, qui évoluent en taches circulaires légèrement déprimées et humides, réparties au hasard. Ces lésions évoluées prennent une tache brunâtre et des ponctuations noires apparaissent, elles correspondent aux micro-sclérotés. La cuticule des fruits reste intacte, elle peut se couvrir de petites masses de spores muqueuses en conditions climatiques humides. Plusieurs taches présentes sur les fruits peuvent confluer et entraîner une large pourriture (Figure 14) (Blancard, 2010).



Figure 14 : *Colletotrichum coccodes* de la tomate (Mark et Edmunds, 2005)

▪ *Botrytis cinerea*

Est un champignon polyphage capable d'attaquer plus de 230 espèces de plantes (Jarvis, 1980). Il affecte de nombreuses productions végétales d'importance économique en culture sous serre ou en plein champ (Gullino, 1992). IL peut entraîner la destruction partielle ou totale de la plante hôte, et dans certains cas de la récolte. Sur le plan économique, ce champignon est considéré comme un problème phytosanitaire majeur en viticulture dans le monde (Martinez *et al.*, 2005). En culture sous abris, les risques d'attaque par ce champignon pathogène sont permanentes sur tomate, poivron, laitue ou fraise (Figure 15) (Jarvis, 1992).



Figure 15 : *Botrytis cinerea* de la tomate (www.bayer-agri.fr)

▪ *Phytophthora infestans*

Montagne en 1845, a donné pour la première fois le nom de *Botrytis infestans* (Mont.) comme l'agent pathogène responsable de la maladie du Mildiou, puis de Bary en 1863, la transféré au genre *Peronospora* d'où le nom de *Peronospora infestans* (Mont.) de Bary. Et

Les moisissures d'altération et les moisissures phytopathogènes

ce n'est que vers 1876, que de Bary le transféra au genre *Phytophthora*, caractérisant ainsi l'agent pathogène qui cause la maladie du Mildiou de la pomme de terre. Le terme *Phytophthora*, signifie « destruction des plantes » (Figure 16) (Mulder et Turkensteen, 2005).



Figure 16 : *Phytophthora infestans* de pomme de terre (www.jardiner-autrement.fr)

- *Fusarium oxysporum*

Le genre *Fusarium* est bien connu pour son rôle important en phytopathologie, ce dernier regroupe un grand nombre d'espèces (Messiaen et Cassini, 1968). Le *Fusarium oxysporum*, est un champignon cosmopolite et commun particulièrement fréquent dans le sol où il survit grâce à des chlamydospores pendant les mois froids ; phytopathogène, il comprend plusieurs formes spéciales (on en connaît plus de 72). Ces dernières sont adaptées à des espèces végétales particulières et des races physiologiques s'attaquant à certaines variétés de la plante hôte (Figure 17) (Both, 1971).



Figure 17 : *Fusarium oxysporum* de pomme de terre (*Maladie et ravageurs pris en compte dans le cadre du contrôle officiel des plants de PDT, 2006*)

▪ *Verticillium albo-atrum*

Le *Verticillium albo-atrum* est un agent pathogène de la verticilliose de la luzerne (*Medicago sativa* L.) et de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.). Depuis 1918, cette maladie destructrice entrave la production de luzerne dans les pays nordiques d'Europe (Kreitlow 1962). En 1925, ce champignon pathogène a été isolé de la pomme de terre en Ontario (Berkeley et al. 1931). Par ailleurs, le champignon entraîne des pertes dans les productions de pomme de terre de l'île-du-Prince-Édouard depuis 1930 (Ayers et Hurst 1939). Du point de vue climatique, le *Le Verticillium albo-atrum* est adapté au climat tempéré humide (**Gagné et Richard 1982**). Dans les régions à climat chaud, c'est le *V. dahliae* Kleb. qui est l'agent pathogène principal de la verticilliose, notamment chez la pomme de terre (**Nachmias et Krikun 1985**). Au Canada, la verticilliose de la pomme de terre est attribuée au *Le Verticillium albo-atrum* (McKeen et Thorpe 1981; Platt et Sanderson 1987). Platt (1986) rapporte des pertes de rendement de 40% chez les cultivars de pomme de terre sensibles à la verticilliose (Figure 18) (**Barasubiye, 2020**).



Figure 18 : *Verticillium albo-atrum* de pomme de terre (*Maladie et ravageurs pris en compte dans le cadre du contrôle officiel des plants de PDT, 2006*)

▪ *Phytophthora nicotianae*

Deux mildious sont susceptibles de produire des lésions brunes sur les fruits de tomate. Tout d'abord, le mildiou classique de cette solanacée, dû à *Phytophthora infestans* et qualifié aussi de « mildiou aérien » car il s'attaque à toutes les parties aériennes de cette plante. Les fruits atteints à un stade précoce développent des marbrures brunes très caractéristiques et sont souvent bosselés. Dans ce cas, l'extension des marbrures est plutôt

Les moisissures d'altération et les moisissures phytopathogènes

lente et leur marge irrégulière. Si les attaques surviennent plus tardivement, les plages marbrées sont plus homogènes et peuvent se répartir sous la forme de cercles concentriques festonnés. Un duvet blanchâtre est de temps à autre visible à la surface des lésions. De plus amples informations sont consultables dans le chapitre Taches sur feuilles (**Blancard, 2020**).

Le mildiou terrestre, provoqué par *Phytophthora nicotianae*, se manifeste essentiellement sur le système racinaire, le collet et les fruits au contact du sol. Il convient de signaler que des fruits situés assez haut sur les plantes peuvent parfois être affectés à la suite de fortes pluies ou d'irrigations abondantes par aspersion, les éclaboussures assurant la dispersion des sporanges de ce *Phytophthora*. Ce dernier provoque des taches brunâtres sur fruits débutant au contact du sol. Ces lésions s'étendent progressivement sous la forme de bandes brunes, diffuses et concentriques, envahissant progressivement les fruits (buckeye rot). Lorsque l'humidité est très élevée, le mycélium de *P. nicotianae* peut se développer en surface sous la forme d'un feutrage cotonneux blanc. Les autres symptômes occasionnés par ce *Phytophthora* sur tomate peuvent être consultés dans le chapitre Anomalies des racines et du collet (**Blancard, 2020**).

Signalons que les fruits particulièrement affectés et au contact du sol peuvent être aussi colonisés par des envahisseurs secondaires comme divers *Fusarium*spp. Ou *Geotrichum candidum*, qui amplifiera la pourriture. Le complexe parasitaire formé sera souvent à l'origine de la décomposition et de la liquéfaction complète des fruits. Notons que plusieurs autres *Phytophthora* ont été rapportés sur fruits de tomate : *P. mexicana*, *P. capsici*, *P. drechsleri*... (**Blancard, 2020**).

2.5 -Les maladies fongiques

i. Généralités sur la phytopathologie

La phytopathologie est la science qui s'intéresse aux maladies des plantes, elle regroupe différents types d'études tels que la botanique, la microbiologie, l'écologie et la physiologie végétal, etc. L'organisme des végétaux tout comme celui des animaux, est sujet à des maladies, qui peuvent inhiber le développement et le rendement de ces plantes. Parfois ces affectent l'économie et la santé publique (**Philippe, 2003**). La maladie est définie comme une succession de réponses invisibles et visibles des cellules et des tissus d'une plante, soit à cause d'un microorganisme ou à une modification d'un ou de plusieurs facteurs climatiques. Ces modifications induisent des bouleversements de forme, de fonction ou de leur intégrité. L'effet de ces variations sur la plante provoque la perte d'une ou de plusieurs parties de la plante et conduit à sa mort totale (**Messiaen et al., 1991**).

ii. Les maladies fongiques de pomme de terre

Tableau 3 : Les principaux agents pathogènes infectant la pomme de terre (**Mulder et Turkensteen,2005**).

Les maladies provoquées par les champignons	
En cours de végétation	A la récolte en cours de conservation
Rhizoctone brun causé par Thanatephorus cucumeris (A.B Frank) Donk, Anamorphe Rhizoctonia solani Kuhn. Datrose « Black dot » causée par <i>Colletotrichum coccodes</i> (Wallr.) S. J. Hughes Mildiou « Late Blight » causée par <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary. Alternariose « Early blight » causée par : <i>Alternaria solani</i> Sorauer et <i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl. Sclerotiniose « Stalk break » causée par <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary. Pourriture grise causée par <i>Botrytis cinerea</i> Pers. Verticilliose « verticillium wilt » causée par <i>Verticillium</i> (spp.). Fusariose causée par <i>Fusarium oxysporum</i> Schelecht. Gangrène causé par <i>Phoma exigua</i> var <i>exigua</i> Sacc.	Rhizoctone brun causé par <i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn. Gale argentée « Silverscurf » causée par <i>Helminthosporium solani</i> Durieu & Mont. Datrose « Black dot » causée par <i>Colletotrichum coccodes</i> Wallr. Oosporiose « Skin spot » causée par Polyscytalum pustulans (Owen et Wakefield) Ellis. Mildiou « Late Blight » causée par <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary. Alternariose « Early blight » causée par : <i>Alternaria solani</i> Sorauer et <i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl. Gale poudreuse « Powdery scab » causée par <i>Spongopora subterranea</i> (Wallr.) Lagerh. Gale verruqueuses « Wart disease » causée par <i>Synchytrium endobioticum</i> Schilb. Pourriture rose « Pink rot » causée par <i>Phytophthora erythroseptica</i> Pethybr. Rhizoctone violette causée par <i>Helicobasidium brebissonii</i> (Desm.) Donk, Anamorphe <i>Rhizoctonia crocorum</i> Pers. Pourriture sèche causée par <i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc. <i>Fusarium roseum</i> Link. et <i>Phoma exigua</i> .

1. Mildiou de la pomme de terre

Provoqué par un Champignon *Phytophthora infestans* se transmet par le vent. Les symptômes ; Sur les Feuilles (Apparition de petites taches brunes entourées d'un halo jaune sur la face Sup des feuilles, le dessèchement conduit rapidement à la destruction des feuilles ; Sur les tiges et bouquets terminaux des taches brunes, parfois nécrotiques et sur le tubercule (des taches au contour mal défini, de couleur brune ou gris bleuâtre.

La lutte ; La lutte doit être préventive : utilisation des plants sains, bonne buttage et

Protection fongicide. Les produits efficaces contre le Mildiou sont les produits à base de cuivre (**Chebbah, 2016**).

2. Rhizoctone Brun

Provoqué par un champignon *Rhizoctonia solani* se développe à partir des sclérotés noirs fixés sur le tubercule-mère ou présents dans le sol.

Les Symptômes : Des levées irrégulières ou tardives des plants, les stolons et les radicules présentent des taches brunes profondes. Le rhizoctone se traduit par un enroulement et un jaunissement de feuillages ; Le tubercule contaminé porte à la surface de petits amas noirs très durs (Sclérotés) (**Chebbah, 2016**).

Les tubercules issus de plantes atteints sont difformes, angleux et parfois avec desquamations rappelant la galle commune.

La lutte : Se fait par l'utilisation de plant sain, rotations longues, plantation en sol réchauffé et bien préparé et l'utilisation de fongicides en traitement des plan comme (Monceren, Dithane, Lota, Oscar,...) (**Chebbah, 2016**).

3. Alternariose

Provoqué par les champignons *Alternaria solani* et *Alternaria alternata*, se transmet par le vent et la pluie.

Les symptômes : Sur les feuilles ; des 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.

La lutte : pour la lutte éviter les stress accélérant l'affaiblissement des plantes, utiliser les fongicides anti mildiou (Chlorothalonil, fluazinam,...) (**Chebbah, 2016**).

4. Fusariose (la pourriture sèche)

Elle est provoquée par des champignons du genre *Fusarium* (*Fusarium roseum* var. *sambucinum* et *Fusarium solani* var. *coeruleum*) ; le tubercule et la terre contaminés sont les vecteurs de propagation de ces champignons.

Les symptômes : Sur le tubercule ; les tissus touchés brunissent et dépriment présente des sites concentriques, la coupe de tubercule montre une pourriture marron qui se développe vers l'intérieur.

La lutte : éviter les blessures des tubercules lors de manipulations, bien sécher les tubercules à la récolte et favoriser la cicatrisation des blessures ; traiter peu de temps après la récolte par un fongicide à base (Thiabendazole + Imazalil) pour contrôler toute les souches (**Chebbah, 2016**).

5. Verticilliose :

Deux champignons de genre *Verticillium* qui sont responsables de la maladie de la verticilliose de la pomme de terre (*Verticillium dahliae* et *Verticillium albo-atrum*) ; se provient du sol, de l'eau d'irrigation ou de ruissellement.

Les symptômes : le jaunissement des feuilles suivi par flétrissement du feuillage qui se généralise à l'ensemble de la plante, les feuilles tombent ou restent fixées à la tige qui conserve une couleur verte ; sur les tiges mortes ; la présence de petites sclérotés noirs ou de mycélium suivant l'espèce de champignon et sur les tubercules on note des taches brunes au niveau de l'anneau vasculaire.

La lutte : la rotation minimale de trois ans entre les cultures solanacées, l'utilisation des plants certifiés et traiter par les fongicides avant la plantation (**Chebbah, 2016**).

Les moisissures d'altération et les moisissures phytopathogènes

iii. Principales maladies fongiques de la tomate :

Les maladies fongiques de la tomate les plus répandues sont les suivantes (voir tableau 4):

Tableau 4 : les principales maladies fongiques de la tomate (Naika *et al.*, 2005).

Maladie	Symptômes	Agent causal
Anthraxnose	Tâches plus ou moins circulaires de 1 cm avec un centre noirâtre sur les fruits mûrs	<i>Colletotrichum coccodes</i>
Mildiou	Légères tâches foncées avec un point jaune en leur centre, sont visibles sur les feuilles ayant parfois un développement centrifuge et centripède. Sur la face inférieure des feuilles les tâches sont blanches. Les fruits se couvrent de taches brunes et les feuilles flétrissent	<i>Phytophthora infestans</i>
Verticilliose	Jaunissement en forme de V des feuilles de bas en haut suivi d'un flétrissement avec un léger brunissement des vaisseaux après une coupe	<i>Verticillium albo-atrum</i>
Alternariose	Tâches rondes et brunes avec des cercles concentriques apparaissant sur les feuilles avec un diamètre de 1,5 cm des grosseurs peuvent apparaître sur les tiges et les feuilles. Les fleurs et les jeunes fruits tombent.	<i>Alternaria solani</i>
Flétrissure fusarienne	Jaunissement des feuilles de bas en haut, apparition de racines avortées au bas de la tige, Tissus ligneux brun rougeâtre	<i>Fusarium oxysporum f.sp Lycopersici</i>
Pourriture des Racine set du collet	Brunissement des racines, de leur cylindre central et des vaisseaux situés au niveau du pivot et du collet,	<i>Fusarium oxysporum f.sp radicis-lycopersic</i>

- **Alternariose**

Les agents causaux *Alternaria spp* de cette maladie sont ubiquistes et peuvent atteindre toutes les parties de la plante, feuille, tige, collets, fruits et même les graines (Figure 19). *Alternaria spp* peuvent se manifester à différents stades de développement de la culture (plantule et plante adulte) (Jalal, 2010).



Figure 19 : Symptômes de l'Alternariose sur feuille et tige de la tomate (Hansen, 2009).

- **. Moisissure grise**

Cette maladie a comme agent causal *Botrytis cinerea*, qui est responsable de la pourriture grise (Figure 20). Il est observé sur tomate dans pratiquement toutes les zones de production de ce fruit-légume dans le monde. La conservation de ce microorganisme se fait sous forme de conidies, mycélium et sclérotés (Kadri *et al.*, 2014). *B. cinerea* n'attaque le fruit qu'à partir d'une base nutritive constituée d'un organe sénescé qu'il colonise (Hmouni *et al.*, 2003).



Figure 20 : Symptômes de la pourriture grise sur tige et fruit de la tomate (Egel et Saha, 2015).

- **Fusariose**

Les *Fusarium* sont responsables de flétrissements vasculaires par leur envahissement des vaisseaux du xylème (Figure 21). La tomate peut être attaquée par deux maladies fusariennes différentes, la flétrissure fusarienne causée par *Fusarium oxysporum lycopersici* (Snyder Hansen., 1940) "FOL" et la pourriture de la racine et du collet causées par *Fusariumoxysporumradicis-lycopersici* (Jarvis et Shoemaker, 1979).



Figure 21 : Symptômes de la fusariose vasculaire de la tomate (Kenneth, 2014).

- **Mildiou**

Le mildiou est l'une des principales maladies aériennes de la culture de la tomate notamment lorsque les conditions sont fraîches et humides. L'agent phytopathogène est L'oomycète *Phytophthora infestans* dont la dissémination peut se faire par le vent ou la pluie.

Au cours de la progression de la maladie, le feuillage devient peu à peu jaune puis brun, s'enroule puis se ratatine avant de mourir. Des taches brunes apparaissent et une mince couche de mycélium peut se former lorsque les conditions climatiques sont humides jusqu'à ce que les fruits deviennent pourris (Figure 22) (Rotem *et al.*, 1970).



Figure 22 : Symptômes de mildiou sur feuille et fruits de tomate (Kenneth, 2011).

- **Oïdium**

Les agents causaux de l'oïdium chez la tomate sont des parasites obligatoires aériens, en nombre de deux : *Leveillula taurica* , et *Oïdium neolycopersici*. Ces champignons provoquent des taches poudreuses blanches ou jaunes sur la face supérieure des feuilles adultes (Figure 23), un feutrage blanc poudreux à la face inférieure et le limbe peut se replier vers le haut. Les parties atteintes brunissent ultérieurement, se nécrosent au centre, se dessèchent et se déchirent facilement (Ayadi, 2013).



Figure 23 : Symptômes de l'*Oïdium neolycopersici* sur des feuilles de tomate (Babadoost, 2014)

- **Cladosporiose**

Cette maladie, appelée également «moisissure olive», est très spécifique à la tomate. L'agent causal est *Passalora fulva*, il semble présenter de grandes affinités pour la tomate, en particulier pour ses folioles. Il se manifeste par des taches jaunâtres, chlorotiques qui se nécrosent progressivement sur la face supérieure des feuilles et par une moisissure grise verdâtre sur la face inférieure (Figure 24) (Braun et Crous, 2003).



Figure 24 : Symptômes de *Passalora fulva* sur une de tomate (Egel et Saha, 2015).

▪ **Stemphyliose**

Cette maladie est mondialement répartie et elle est particulièrement grave dans les zones de production tropicales et subtropicales humides. La stemphyliose est donc une maladie foliaire dont les symptômes sont classiquement associés à trois espèces d'ascomycètes différentes de *Stemphylium*. *S.solani*, *S. lycopersici* et *S. Botryosum* sp. *Lycopersici*. Les spores de ces derniers sont transportées par le vent, la pluie, le brouillard ou la rosée. Cette maladie se manifeste par des taches grises sur les feuilles (Figures 25) qui deviennent sèches et cassantes par la suite (Weber, 1930).



Figure 25: Symptômes de la Stemphyliose sur une feuille de tomate (Cerkauskas, 2005).

▪ **Pourriture rose**

Ce champignon semble plus confidentiel sur tomate sur laquelle il a été rapporté notamment sur des fruits produits sous abri sur fruit, le champignon est à l'origine de lésions circulaires imbibées d'eau qui peuvent être auréolées d'une zone brune et elles se couvrent d'une moisissure rose pâle recouverte de blanc (Figure 26). Le fruit devient par la suite mou et émis une odeur aigre et tombe prématurément (Dalbello, 2008).



Figure 26 : Symptômes de *Trichothecium roseum* sur un fruit de tomate (Dalbello, 2008)

- **Anthracnose**

Cette maladie, induite par *Colletotrichum coccodes* (Wallr et Hughes, 1958), est très redoutée par les producteurs de tomate d'industrie notamment lorsqu'elle touche les fruits. On parle dans ce cas de «l'anthracnose» ou de la pourriture racinaire ou maladie du charbon. Il occasionne des dégâts sur les racines, les feuilles, les tiges et les fruits Il se conserve dans le sol sous forme de sclérotes et hiverne sur les débris des végétaux infectés et même dans les graines. Les symptômes de cette maladie sont caractérisés par l'apparition de taches concaves, rondes ou allongées, bien délimitées, de couleur brun-noir avec des ponctuations noires au centre (Figure 27). Les tissus se dessèchent, flétrissent et finissent par mourir pendant la croissance (Yonghao, 2013).



Figure 27 : Symptômes de l'Anthracnose sur fruit de tomate (Mark et Edmunds, 2005)

▪ Sclérotiniose

C'est une maladie fongique qui s'appelle également "Pourriture du Collet" ou "Pourriture Blanche" est induite chez la tomate par deux agents : *Sclerotinia sclerotiorum* de (Bary, 1884) ou *Sclerotinia minor* (**Jagger, 1920**). Ces dernières peuvent se former à l'intérieur comme à l'extérieur de la tige dans une large gamme de températures allant de 0 à 30 °C. Toutes les parties aériennes présentent des taches jaunâtres ou noirâtres (Figure 28), le feuillage se flétrit, les fruits et la plante finit par pourrir entièrement (Achbani *et al.*, 1995)..



Figure 28: Sclérotés murs sur une tige de tomate (**Babadoost, 2014**)

2.6 Étude comparative de la fréquence des maladies phytopathogènes dans trois pays

Après l'analyse de tableau ci-dessus qui représente l'étude comparative des maladies fongiques affectant les légumes frais entre l'Algérie, Maroc et Canada

On remarque qu'il existe une grande similitude, mais on note quelques différences qui peuvent être expliquées par la variation des conditions climatiques et écologiques (température, humidité, activités de l'eau....) spécifiques pour chaque pays (Tableau 5).

Tableau 5 : Tableau comparatif de maladies fongiques rencontrées en Algérie, Maroc et au Canada

Les maladies fongiques		
En Algérie (Saleemi <i>et al.</i> , 2012)	Au Maroc (http://altern.org/cntta/)	Au Canada (Michel, 1986)
Mildiou	Mildiou	Mildiou
alternariose	alternariose	alternariose
verticilliose	verticilliose	fusariose
fusariose	fusariose	verticilliose
oidium	oidium	gale argentée
anthracnose	rhizoctone noir	pourriture aqueuse
Porriture grise	pourriture grise	rhizoctonie
		gale verruqueuse
		fonte de semis
		moisissure grise
		sclérotiniose
		-pourriture brune
		-chancre <i>Didymella</i>

Conclusion

Conclusion

- La pomme de terre et la tomate sont des cultures sensibles à de nombreux champignons phytopathogènes.

- Les conditions environnementales sont des facteurs importants dans l'apparition des maladies ;

- Selon les conditions climatiques et écologiques (température, humidité, activités de l'eau...), les moisissures causales peuvent varier d'un pays à un autre.

-Après l'isolement et la purification des moisissures, des études macroscopiques et microscopiques doivent être effectuées pour identifier les souches incriminées.

Enfin, cette étude nous a permis d'approfondir nos connaissances sur les champignons phytopathogènes et les altérations que nous pouvons rencontrer chez la pomme de terre et la tomate.

Résumé

Résumé

L'objectif de ce travail est d'étudier les différentes souches fongiques responsables de l'altération de deux légumes frais : la pomme de terre et la tomate.

Les résultats de la recherche bibliographique nous ont permis de déceler les espèces :

Phytophthora nicotianae, *verticilliumalbo-atrum*, *Fusariumoxysporum* , *Botrytis cinerea* , *Colletotrichum coccodes* , *Alternaria alternata*, *Phytophthora infestans*, *Rhizoctonia solani Kühn*

Ces champignons phytopathogènes peuvent causer diverses maladies provoquant la diminution de rendement qualitatif et quantitatif de la culture de pomme de terre et de tomate.

Mots clés : moisissures, identification, pomme de terre, tomate, phytopathologie.

Abstract

The objective of this work is to study the different fungal strains responsible for spoiling the two fresh vegetables: potato and tomato.

The results of the bibliographic research enabled us to identify the species:

Phytophthora nicotianae, *verticilliumalbo-atrum*, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum coccodes*, *Alternaria alternata*, *Phytophthora infestans*, *Rhizoctonia solani*

These phytopathogenic fungi can cause various diseases causing the decrease in the qualitative and quantitative yield of the potato and tomato crop.

Keys words:

Molds, identification, potato, tomato, phytopathology.

ملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة السلالات الفطرية المختلفة المسؤولة عن تلف نوعين من الخضروات الطازجة: البطاطس و الطماطم.

مكنتنا نتائج البحث البيليوغرافية من التعرف على الأنواع :

Phytophthora nicotianae ، *verticilliumalbo-atrum* ، *Fusarium oxysporum* ، *Botrytis cinerea* ،
Colletotrichum coccodes ، *Alternaria alternata* ، *Phytophthora infestans* ، *Rhizoctonia solani*

يمكن أن تسبب هذه الفطريات الممرضة للنبات أمراضاً مختلفة تؤدي انخفاض في العائد النوعي والكمي لمحصول البطاطس و الطماطم.

الكلمات المفتاحية :

الفطريات، التعريف، البطاطس، الطماطم، أمراض النبات.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Anonyme (2010). Institut national de la protection des végétaux (INPV). Algérie. <https://www.inpv.edu.dz>.

Anonyme (2011). Profil de la culture de la pomme de terre au Canada, Programme de réduction des risques liés aux pesticides. Centre de la lutte antiparasitaire ; Agriculture et Agroalimentaire. Canada. 63p.

Anonyme(2011). http://campus.cerimes.fr/nutrition/enseignement/nutrition_4/site/html/4.html. (page consultée le 24/05/2020).

Barasubiye T., Richard C. et Dostaler D. (2020). Caractérisation pathologique et physiologique de deux populations de *Verticillium albo-atrum* isolées de la luzerne et de la pomme de terre ,75(2) ,54 .

Benaissa , R. Abdelmalek, S. Benbala (2009). Le trait d'union des opérateurs économiques pour le Renouveau du Monde Agricole et Rural. Fillaha. 3 : 1111-4762.

Bayazid A. (2020). Les altérations alimentaires. pp 1-2.

Beuchat LR. (2002). Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables. *Microbes and Infection*, vol. 4, n° 4, pp. 413-423.

Blancard D. (2010). Identifier les maladies diagnostic guide anomalie, altération des fruits. Ed. INRA, Paris. pp45-56

Boiron P. (1996). Organisation et biologie des champignons. Edition Nathan. P : 13-19-69-79.

Booth, C. (1971). The genus *Fusarium*. Comenwelth technological institut, Kew, Surrey, England, 237p.

Botton B., Breton A., Fevre M., Gauthier S., Guy P., Larpent J.P., Reymond P., Sanglier J.J., Vayssier Y., Veau P. (1999). Moisissures utiles et nuisibles. Importance industrielle. Masson. Paris. P : 12-426

Boumalik M. (1995). Systématique des spermaphytes. Edition Office des Publications Universitaires. Ben AKnoun (Alger). 80

Bourgeois C.M., Mescle J.F., Zucca J. (1989). Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Lavoisier. Paris. P : 216-244.

C.R. Milaso et M. Bart. (2003). « Risques, production agricole et pauvreté à Madagascar » . Conférence "agriculture et pauvreté". Programme ILO.

Castegnaro M et Pfohl-Leszkowicz A. (2002). Les mycotoxines : contaminants omniprésents dans l'alimentation animale et humaine, dans La sécurité alimentaire du consommateur, Lavoisier, Tec&Doc.

Chebbah A. (2016). Contribution à l'étude de la production de quelques variétés de pomme de terre dans la région de Tlemcen. Mémoire de master : Agronomie. Université de Tlemcen, 12p.

Davet P. (1996). Vie microbienne du sol et production végétale. INRA. Paris. P : 52-57.

Davet, P. et Rouxel F. (1997). Détection et isolation des champignons du sol. INRA. Paris P : 17-54.

F.A.O. (2008)- Annuaire statistique de la FAO.

Frazier W.C. (1967). Food microbiology. Academic presse. London. P : 3-429.

G. Riba et C. Silvy, « Combattre les ravageurs des cultures - Enjeux et perspectives ». INRA Editions, (1989).

Giraud J. (1998). Microbiologie alimentaire. Edition Donod, Paris. P : 8-101.P : 330

Gueroui Y. (2018). Aspect Microbiologique de la Sécurité et de la Qualité. mémoire de master. Université 8mai1945-Guelma,2P.

Haweks, JG. (1994). Potato genetics. International, walling ford, Origins of cultivated potatoes and spices relationships. (Eds. Bradshaw, J.E and Mackay, G.R). CAB.

Hawkes, JG. (1990).The potato: evolution, biodiversity and genetic resources. Londres, Belhaven Press. 259pp.

- Hilborn E.D., Mermin J.H., Mshar P.A..** A multistate outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infections associated with consumption of mesclun lettuce. Archives of Internal Medicine, 1999, vol. 159, pp. 1758-1764.
- ITCMI, 2010.** Fiche techniques valorisée des cultures maraîchères et industrielles : La culture de pomme de terre. : Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles. Staoueli-Alger.
- Jarvis W.R. (1977).** Botryotina and Botrytis species. Taxonomy, physiology and pathogenicity. Res.Stn.Can.Dep.Agric.,Harrow, Monogr. 15 : 195- 196.
- Kolev N. (1976).** Les cultures maraichères en Algérie .Tome I .Légumes fruits .Ed. Ministre de l'Agriculture et des Reformes Agricoles. 52p.
- Latigui A. (1984).** Effets des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse Magister. INA El Harrach.
- Leveau S. B. et Bouix M. (1993).** Les microorganismes d'intérêt industriel. Lavoisier microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Lavoisier. Paris. P : 216-244.
- Long S.M., Adak G.K., O'Brien S.J.** General outbreaks of infectious intestinal disease linked with salad vegetables and fruit, England and Wales, 1992-2000. Communicable disease and public health / PHLS (England), 2002, vol. 5, n° 2, pp. 101-105.
- Martinez F., B. Dubos et M. Fermaud (2005).** The role of saprotrophyans virulence in the population dynamics of *B. cinerea* in vineyards. Photopathology. 95 : 692-700.In : Assignation de différents modes de vie au vignoble à certaines entités génétiques du champignon phytopathogène Botrytis cinera. Rapport d'activité 2004-2006 .I.N.R.A., Bordeaux-Aquitaine.pp56
- Meng J., Doyle M.P. (2002).** Introduction. Microbiological food safety, Microbes and Infection, vol. 4, n° 4, pp. 395-397.
- Messaïen, C. M., Blanchard, D., Rouxel, F et Lafon, R. (1991).** Les maladies des plantes maraichères, INRA éditions, 3ème édition, (ISBN 2-73880-0286-2) : 291-305pp.
- Mulder, A et Turkensteen, L.J. (2005).** Potato diseases, Diseases, Pests and defects. NIVAP : 280 p.

- Naika S., DE Jeud J.V.L., DE Jeffau M., Hilmi M. et Vandam B. (2005).** La culture de tomate, production, transformation et commercialisation. Ed. Wageningen, PaysBas. 105p
- Nicklin J., Graeme-Cook K., Paget T., Killington R. (2000).** L'essentiel en microbiologie. Edition Berti. P : 210-216.
- Oswaldo T. (2010).** Hommage à la pomme de terre. Haute école de santé de Genève, 11p.
- Rousselle, p Robert, J.C. Crosnier (1996),** la pomme de terre, INRA édition/imprimé en France-Jouve, 18, rue Saint-Denis, 75001paris N0 235704N – dépôt : novembre 1996.
- Seymour I.J. et Appleton H.** Food borne viruses and fresh produce. Journal of applied microbiology, 2001, vol. 91, n° 5, pp. 759-773.
- Shankara, J. (2005).** Recombinant glutathione –S- transferase a major allergen form alternaria clinical use allergy patients. MolecularImmonology .43 (12) : 1927-1932.
- Snoussi, SA.(2009).** Etude de base sur la tomate en Algérie. Programme régional de gestion intégrée des ravageurs pour le Proche-Orient. www.ipm-neareast.com
- Spichiger R .E., Vincent V., Figeat S.M. et Jeanmonod D. (2004).** Botanique systématique des plantes à fleurs : une approche phylogénétique nouvelle des angiospermes des régions tempérées et tropicales. 3eme édition. Lausanne : Presses polytechnique et universitaires romandes, Français, 413p.
- Uchikoba T., Mase T., Arima K., Yonezawa, H. & Kaneda M. (2001).** Isolation and characterization of a trypsin-like protase from Trichodermaviride. Biol. Chem. P : 1509-1513.
- Urbanek H., Yirdaw G. (1984).** Hydrolytic ability of acid protease of *Fusarium culmorum* and its possible role in phytopathogenesis. ActaMicrobiol. Pol. 33 (2) P : 131.
- Yakhlef S. (2014).** Suivi des maladies fongiques de pomme de terre *Solanum tuberosum* L. dans la région d'EL-Oued, mémoire : Biotechnologie végétale. Ouargla: université Kasdi Merbah Ouargla, 65.

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Mycologie et biotechnologie fongique

Titre

Etude des moisissures d'altération et des moisissures phytopathogènes pour deux types de légumes frais (la pomme de terre et la tomate)

Résumé

L'objectif de ce travail est d'étudier les différentes souches fongiques responsables de l'altération de deux légumes frais : la pomme de terre et la tomate.

Les résultats de la recherche bibliographique nous ont permis de déceler les espèces :

Phytophthora nicotianae, *verticillium albo-atrum*, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum coccodes*, *Alternaria alternata*, *Phytophthora infestans*, *Rhizoctonia solani Kühn*

Ces champignons phytopathogènes peuvent causer diverses maladies provoquant la diminution de rendement qualitatif et quantitatif de la culture de pomme de terre et de tomate.

Mots clés : moisissures, pomme de terre, tomate, isolats fongiques, la phytopathologie.

Membres du jury :

Président du jury : Mme. ALMI Hiba (MCB - UFM Constantine).

Rapporteur : Mme. MERGOUD Lilia (MAA - UFM Constantine).

Examineur : Mlle. BOUCHLOUKH Warda (MAA - UFM Constantine).

Présenté par :

Allouache Sabrina, Benhamida Imene et Chikh Souheila

Année universitaire : 2019 -2020

