



République Algérienne Démocratique et Populaire



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abdelhamid Ibn Badis

-Mostaganem-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Agronomiques

Mémoire en vue de l'Obtention du Diplôme de  
Master

Option : Protection des Cultures

### Thème

Effet du pH sur la croissance mycélienne et la sporulation ; Etude du pouvoir pathogène de *Alternaria sp* sur deux variétés de pomme de terre.

Date de soutenance : 10/07/2019

Présenté par : Melle BELALIA Leila et Melle RAMDANI Ikram.

Devant le jury :

M <sup>me</sup> . Saïh F.	Président	MCB. U. Mostaganem
M. Bendahmane	B.S.Encadreur	Pr. U. Mostaganem
M <sup>me</sup> . Ouadah F.	Co-encadreur	U. Mostaganem

Laboratoire de protection des végétaux.

\*Année universitaire : 2018/2019\*

## **Remerciements**

*Nous remercions Tout d'abord notre Grand Dieu tout puissant qui nous a comblé de ses bienfaits et nous a donné assez de force pour achever ce travail et de venir au bout de cette formation.*

*Nous exprimons nos profondes reconnaissances à notre promotrice **Mme Ouadah Fatiha** et **Mr Bendahmane** pour nous avoir guidés, conseiller et prêter assistance tout au long de notre travail.*

*Nous adressons nos plus sincères remerciements à **Mme Saiah Farida** d'avoir accepté de présider le jury de ce modeste travail.*

*Nous présentons également toutes nos reconnaissances et gratitude à qui nous a fait l'honneur d'accepter d'examiner ce travail.*

*Nous profitons pour témoigner toute notre gratitude aux enseignants du département d'Agronomie, tout particulièrement les enseignants de la spécialité protection des cultures.*

*Nous n'oublierions surtout pas de remercier les membres du laboratoire de protection des végétaux, pour tous leurs conseils durant la période de stage Enfin, nous remercions également tous ceux qui ont participé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.*



## Dédicace

Je ne peux commencer sans évoquer le nom de Dieu le tout puissant qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce travail, je le remercie de m'avoir offert l'occasion de dédier le fruit de ce mémoire :

A ma mère Aicha qui par son amour et son affection m'a toujours soutenu.

A mon père Dine qui ma tout donner.

A mes chers frères et à mes très chers sœurs pour leur soutien moral et matériel durant toute la période de mes études.

Abd-Djalil, Abd- Nacer

Fatima et son mari Abd-Razek et son fils Abd-Elmoudjib

Halima et son mari Mohamed

A mon binôme Leila et tout sa famille.

A mon amie Gardouba Khadija et toute sa famille.

Et a tous mes amis : Fatima, Noujoud, Roukaya, Amina, Asma...

Mustapha, Mohamed, Dani, Ismail....

A toute la promotion de protection des cultures.

Je dédie également ce mémoire à tous ceux qui ont, de près ou de loin, contribué à la réalisation de ce modeste travail.

**IKRAM**

***Dédicace***

*Avant tout, je tiens à remercier le bon dieu et l'unique qui m'a offert le courage et la volonté nécessaire pour affronter les différentes épreuves de la vie.*

*Je dédie ce travail à mes chers parents pour leurs sacrifices et leurs encouragements durant toutes mes études.*

*À tous mes très chers frères et sœurs :Nesrin,Malika, Nadia et leur enfant*

***Ma mère***

***Mon père Rabi yerhmo***

***amis: Abdo, Yassin, Fouzia, Soad, Salma. Ikram***

*Tout la spécialité de protection des cultures*

*À tous ceux qui sont proches de mon cœur.*

*Et dont je n'ai pas cité les noms.*

*Je dédie ce modeste travail.*

***Leila***

Table des matières	
Remerciements	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale	

## **Donnée bibliographique**

### **Chapitre I : Généralité sur la pomme de terre**

I.1. origine et historique de la pomme de terre.....	1
I.2. La production et l'importance mondiale de la pomme de terre.....	1
I.2.1. La production de la pomme de terre en Algérie.....	2
I.2.1.2. Les principales wilayas productrices de pomme de terre en Algérie.....	3
I.2.1.3. Les principales variétés cultivées en Algérie.....	3
I.2.1.4. La production à Mostaganem.....	4
I.3. Caractéristiques de la plante.....	4
I.3.1. Taxonomie.....	4
I.3.2. La morphologie.....	5
I.3.3. Physiologie et multiplication de la pomme de terre.....	5
I.3.3.1. Cycle sexué.....	6
I.3.3.2. Cycle végétatif.....	6
I.3.3.2.1. Le repos végétatif.....	6
I.3.3.2.2. Germination.....	6
I.3.3.2.3. La croissance.....	7
I.3.3.2.4. La tubérisation.....	7
I.3.3.2.5. La maturation des tubercules.....	7
I.4. Exigences écologiques de la pomme de terre.....	7
I.4.1. Exigences climatiques.....	7
I.4.1.1. Température.....	7
I.4.1.2. Lumière.....	8
I.4.2. Les facteurs édaphiques.....	8

I.4.2.1 Sol.....	8
I.4.2.2 PH.....	8
I.5. Exigences hydriques.....	8
I.6. Technique culturales des pommes de terre.....	8
I.6.1 Le sol et sa préparation.....	8
I.6.2 La fertilisation.....	9
I.7. Les variétés et leur choix pour la culture.....	9
I.7.1 Préparation du plant.....	10
I.7.2 Plantation: date, densités et profondeur de semis.....	10
I.8. Irrigation.....	11
I.9. Aspect phytosanitaire de la pomme de terre.....	13
I.9.1. Maladies fongiques.....	13
I.9.2. Les maladies bactériennes.....	14
I.9.3. Les maladies virales.....	15
I.9.4. Les principaux ravageurs.....	16

## **Chapitre II : *Alternaria* de la pomme de terre**

II.1. caractéristique générales des <i>Alternaria sp</i> .....	18
II.2. Historique de la taxonomie .....	19
II.3. classification .....	20
II.4. description de la maladie .....	20
II.5. symptomatologie.....	20
II.5.1. sur les feuilles .....	20
II.5.2. sur les tiges et collets .....	21
II.5.3. sur les fruites .....	22
II.6. Cycle biologique .....	24
II.7. cycle infection .....	26
II.7.1. la conservation .....	26
II.7.2. la pénétration .....	26
II.7.3. la sporulation et la dissémination .....	26

II.8. moyens de lutte .....	26
-----------------------------	----

**Partie expérimentale**  
**Chapitre I : matériels et méthodes**

I.1. Objectif du travail.....	28
I.2. Origine de matériel fongique .....	28
I.2.1. Obtention des isolats fongiques.....	28
I.2.2.Obtention des cultures monospores .....	29
I.3. Identification des isolats fongiques .....	30
I.3.1. Etudes macroscopiques .....	30
I.3.2. Etudes microscopiques .....	31
I.3.3. Mesure de la taille des conidies.....	31
I.4. Conservation des isolats fongiques.....	31
I.5. Etudes de quelques facteurs physiologiques sur la croissance fongique .....	32
I.5.1. Influence de pH .....	32
I.5.2. Evaluation de la croissance mycélienne .....	32
I.5.3. Analyse statistique .....	32
I.6. le test de pouvoir pathogène .....	33
I.6.1. Préparation de la suspension de sporange d' <i>Alternaria.sp</i> .....	33
I.6.2. Préparation des folioles .....	33
I.6.3. Inoculation des folioles .....	34
I.6.4. Evaluation de l'agressivité des différentes espèces sur folioles détachées.....	35
I.6.5. l'indice de la maladie.....	35
I.6.6. Ré-isolement du parasite.....	35

**Chapitre II : Résultats et discussion**

II.1.1. Etudes de l'aspect macroscopique.....	36
II.1.2. Examen microscopique des conidies.....	38
II.2. Taille des conidies.....	
I.3. Influence de pH.....	

II.3.1. La croissance mycélienne.....

II.4. Test du pouvoir pathogène.....

II.5. indice de la maladie.....

II.6. La sévérité de la maladie.....

II.7. Ré- isolement du parasite.....

**Conclusion Générale**

**Référence bibliographiques**

**Annexes**

## Liste des figures

<b>Figure 01 :</b> Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre.....	5
<b>Figure 02 :</b> Cycle de développement de la pomme de terre.....	5
<b>Figure 03 :</b> Symptômes de jambe noire observés au champ et Symptômes de pourriture molle sur tubercule.....	14
<b>Figure04 :</b> Teigne ( <i>Phthorimea opercullella</i> ) .....	17
<b>Figure05 :</b> Gale commune ( <i>Streptomyces scabies et S. S</i> ) et Rhizoctone brun ( <i>Rhizoctonia solani</i> ) .....	17
<b>Figure06 :</b> Symptômes du mildiou ( <i>P. infestans</i> sur la tige.....	17
<b>Figure07:</b> Symptômes <i>Alternaria</i> .....	17
<b>Figure 08 :</b> Aspects macroscopique et microscopique du genre <i>Alternaria</i> .....	18
<b>Figure 09 :</b> Symptômes de l'alternariose sur les feuilles de la pomme de terre.....	21
<b>Figure 10:</b> Symptômes sur les tiges et collet de la pomme de terre.....	22
<b>Figure 11 :</b> Symptômes de l'alternariose sur le tubercule de la pomme de terre.....	23
<b>Figure 12 :</b> Cycle de l'alternariose .....	25
<b>Figure 13:</b> Aspect macroscopique de l'isolat de <i>Alternaria sp</i> cultivé sur milieu PDA après 7jours.....	29
<b>Figure 14:</b> Technique de monospore.....	30
<b>Figure 15 :</b> Mesure de la taille des conidies sur microscope étalonné (Gr x40).....	31
<b>Figure 16 :</b> Conservation des isolats fongiques.....	31
<b>Figure 17:</b> la plantation de la pomme de terre.....	33
<b>Figure 18 :</b> la culture de pomme de terre dans plain champ.....	34
<b>Figure 19:</b> Observation macroscopique la croissance mycélienne des isolâtes de <i>Alternaria sp</i> .....	38
<b>Figure 20 :</b> observation microscopique des isolâtes de <i>Alternaria sp</i> .....	39
<b>Figure 21:</b> Moyenne de la croissance mycélienne de pH 4 et 6.....	40

<b>Figure 22:</b> Résultats obtenus de test pathogénicité sur les variétés Spunta.....	41
<b>Figure 23:</b> Résultats obtenus de test pathogénicité sur les variétés Bartina.....	41
<b>Figure 24:</b> Moyenne de l'indice de la maladie .....	42
<b>Figure 25 :</b> Moyenne de la sévérité de la maladie .....	42
<b>Figure 26 :</b> Ré-isolement de l'agent pathogène <i>Alternaria sp</i> .....	43

## Liste des tableaux

### Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Classement des pays producteurs de pomme de terre.....	2
<b>Tableau 02</b> : productions et superficies cultivées de pomme de terre en Algérie.....	3
<b>Tableau 03</b> : Les principales variétés de pomme de terre la plus cultivées en Algérie.....	4
<b>Tableau 04</b> : chronologie des étapes.....	34
<b>Tableau 05</b> : Echelle de notation de l'indice de maladie.....	35
<b>Tableau 06</b> : étude de l'aspect macroscopique.....	36

## Liste des abréviations

**%** : Pourcentage.

**°C** : degré Celsius.

**cm** : centimètre.

**C.-à-d.** : c'est-à-dire.

**D** : diamètre de la colonie.

**d**: diamètre de l'explant.

**DSA** : direction des services agricole.

**DA** : Dinar Algérienne.

**FAO**: food agriculture organization.

**g**: gramme.

**Ha** : hectare.

**Kg**: kilogram.

**L** : croissance mycélienne.

**M** : Masse de la plante en gramme.

**m** : mètre.

**M**: Masse d'huile essentielle en gramme.

**ml** : millilitre.

**mm** : millimètre.

**Mt** : millions de tonnes.

**P.D.A**: Potato dextrose agar.

**PCR** : polymerase chain réaction.

**Qx** : quintaux.

**T** : tonne.

### Résumé

Ce travail consiste à étudier l'alternariose de la pomme de terre causée par *Alternaria sp.* Maladie majeure de cette culture. Le but est la caractérisation morphologique à travers les aspects culturels de diverses souches de *Alternaria sp.*, avec le test du postulat de Koch en se basant sur la sévérité des symptômes en utilisant un test d'inoculation artificielle des feuilles détachées de deux variétés de pomme de terre Bartina et Spunta.

Les résultats des caractéristiques morphologiques et culturelles ont montré un spectre large au niveau de la couleur des colonies et l'aspect du mycélium. La sporulation a présenté une variabilité de  $0,11 - 0,6 \times 10^6$  spores/ml selon le pH. Celle-ci s'est bien développée sur pH6 que sur pH4. Le test du pouvoir pathogène a révélé l'agressivité de l'agent pathogène sur les deux variétés testées. La variété Spunta a montré une sensibilité totale vis-à-vis des souches de *Alternaria*, tandis que la variété Bartina semble être tolérante.

Les résultats de cette étude nous semblent pouvoir contribuer à la connaissance des caractéristiques morphologiques et pathogéniques de l'alternariose de la pomme de terre afin de préconiser une mesure de lutte efficace sur le terrain.

**Mots Clés :** pomme de terre, Alternariose, *Alternaria sp.*, morphologie, agent pathogène.

## Summary

This work consists of studying *Alternaria* of potato caused by *Alternaria sp.* Major disease of this culture. The goal is morphological characterization through the cultural aspects of various strains of *Alternaria sp.*, with the Koch postulate test based on severity of symptoms using an artificial inoculation test of detached leaves of two apple varieties. land Bartina and Spunta.

The results of the morphological and cultural characteristics showed a broad spectrum of colony color and appearance of the mycelium. Sporulation exhibited a variability of 0.11 - 0.6  $\times 10^6$  spores / ml depending on pH. This one developed well on pH6 than on pH4. The pathogenicity test revealed the aggressiveness of the pathogen on both varieties tested. The Spunta variety showed total susceptibility to *Alternaria* strains, whereas the Bartina variety seems to be tolerant.

The results of this study seem to us to contribute to the knowledge of the morphological and pathogenic characteristics of early blight of the potato in order to recommend an efficient control measure in the field

**Key words:** potato, *Alternaria*, *Alternaria sp.*, Morphology, pathogen.

*Donnée  
bibliographique*

# *Introduction générale*

### Introduction

La pomme de terre *Solanum tuberosum* L est l'une des cultures stratégiques dans le monde entier, elle est classée la quatrième culture mondiale après le riz, le blé et le maïs, elle est cultivée dans plus de 150 pays.

En Algérie, la pomme de terre est la plus importante culture légumière, avec plus de 156176 ha et une production de 46735155 de quintaux avec un rendement de 299,2 Qx/ha, elle est tient une place importante (**FAOSTAT, 2015**).

Parmi les régions pratiquant la pomme de terre, il ya a celle de Mostaganem avec superficie totale de 9 942 ha cultures maraichères (**DSA, 2017**).

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

-L'Alternariose des *Solanacées* figure parmi les maladies fongiques les plus importantes de la pomme de terre. La maladie est signalée comme fréquente dans toutes les zones de culture, et dans certains cas elle pose un réel problème. Certains spécialistes aux Pays-Bas la considèrent même comme la deuxième maladie en importance après le mildiou (**Daniel Ryckmans, 2006**).

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

L'objectif principal de notre étude est l'isolement et l'identification de *Alternaria* de la pomme de terre au niveau de la région de Mostaganem.

Ce travail est décomposé en deux parties :

- Une partie bibliographique constituée de deux chapitres :
  - Chapitre I : Généralités sur la pomme de terre.
  - Chapitre II : *Alternaria* de la pomme de terre.
- Une partie expérimentale constituée de deux chapitres :
  - Chapitre I : Matériel et méthodes.
  - Chapitre II : Résultats et discussion.

*Généralité sur la  
Pomme de terre*

### I.1. Origine et historique de la pomme de terre

La famille des *Solanacées* est composée de 96 genres avec plus de 2300 espèces (Acry 1991). Majoritairement originaires d'Amérique du sud et centrale. Les Solanacées comprennent notamment les genres *Solanum* et *Capsicum*. Le genre *Solanum* compte plus de 1500 espèces dont la tomate (*Solanum lycopersicum L.*) et la pomme de terre (*Solanum tuberosum L.*). Le genre *Capsicum* compte entre 25 et 30 espèces connus dont 5 ont été domestiquées. *Capsicum annum L.* est l'espèce cultivée la plus répandue. Les *Solanacées* ont une grande importance économique, la tomate, la pomme de terre, le piment et l'aubergine sont très cultivées pour l'alimentation humaine et l'industrie.

Décrite en 1753 par Linné, la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) appartient à la famille des Solanacées. Ses zones d'origine s'étendent le long de la Cordillère des Andes du Nord, plus précisément du Chili jusqu'au Venezuela et en Amérique centrale jusqu'au Nord du Mexique et au Sud-ouest des Etats-Unis. Le Pérou, la Bolivie, l'équateur et le centre du Mexique constituent les zones les plus peuplées d'espèces de pomme de terre (Spire et Rousselle, 1996). La pomme de terre est introduite en Europe en 1570 via l'Allemagne et le développement de sa culture en France a été stimulé par les disettes permanentes et les guerres dévastatrices des années 1750 et 1770 (Spire et Rousselle, 1996). Elle a été introduite en Afrique à la fin du 17<sup>e</sup> siècle sous forme de petites plantations par les missions Chrétiennes (Spire et Rousselle, 1996). Comme pour l'Europe, sa culture pourrait contribuer à lutter contre l'insécurité alimentaire dans les pays sahéliens. La pomme de terre est une plante des climats tempérés, à photopériodisme court, mais peut s'adapter aux climats chauds. Sa multiplication par les graines est de nos jours utilisée surtout pour la création de nouvelles variétés tandis que la culture est faite à partir des tubercules (plants).

### I.2. La production et l'importance mondiale de la pomme de terre











La pomme de terre est l'une des cultures stratégiques au monde entier, elle est classé la quatrième culture mondiale après le riz, le blé et le maïs (Robert Gernot, 2005), elle est cultivée dans plus de 150 pays (FAOSTAT, 2015).

En 2013, la production mondiale de pommes de terre est estimée à 368.1 millions de tonnes, pour une surface cultivée de 19.4 millions d'hectares, soit un rendement moyen de 18.9 tonne par hectare. Ce chiffre n'inclut pas les plants (semences) qui représentent 32.2 millions de tonne. C'est la chine qui occupe le premier rang des

pays producteurs avec une production qui atteint 88.9 millions de tonnes 2013 (FAOSTAT, 2015).

Parmi les grand pays Africaines producteurs, nous citons par ordre d'importance. Les données sont en tonnes métriques (FAO, 2014).

**Tableau 01** : Classement des pays Africaines producteurs de pomme de terre.

Classement <sup>A</sup>	Pays	Données	Date de l'information
1	 Nigeria	960000	2013
2	 Côte d'Ivoire	415000	2013
3	 République Démocratique du Congo	300000	2013
4	 Cameroun	225000	2013
5	 Ghana	120000	2013
6	 Sierra Leone	60000	2013
7	 Bénin	56000	2013
8	 Angola	50000	2013
9	 Guinée	50000	2013
10	 Liberia	43500	2013

### I.2.1. La production de la pomme de terre en Algérie

En Algérie, La pomme de terre est le légume le plus consommé, en plus il est présent quotidiennement dans les repas Algériens et sous différentes formes. (Daoud et Doudou 2017) La consommation annuelle par individu a augmenté au cours des dernières années, passant de 57 Kg/ Habitant/ an en 2005 à plus de 75 Kg/ Habitant/ an en 2009. (FAO, 2010).

La filière a représenté en 2007 un chiffre d'affaire évalué à 98 milliards de DA, soit près de 1,5 milliards de dollars. (Benouis et Derradji, 2015).

En Algérie, la production totale en 2015 a atteint 1090690 Qx, avec un rendement de 230 Qx/ha (production de primeur) et 26874681 Qx avec un rendement de 317.7 Qx/ha (production de saison) (Ministère de l'agriculture, 2017).

**Tableau 02 : Productions et superficies cultivées de pomme de terre en Algérie. (MADR ,2015).**

Années	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Production (Tonnes)	2180961	1506859	2171058	263057	3300312	3862194	4219476	4886538	4673516
Superficies cultivées/ha	98825	79339	91841	105121	121996	131903	138666	140000	153313

**I.2.1.2. Les principales wilayas productrices de pomme de terre en Algérie**

La superficie occupée par les cultures maraichères varie chaque année entre 380.000 et 400.000 ha, dont 100.000 à 130.000 ha emblavés en pommes de terre, soit 26% de la superficie maraichère totale. (MADR ,2010).

Il est à relever aussi que l’on assiste, depuis quelque année, à l’augmentation de cette culture par l’occupation de nouvelles zones où elle était pratiquement inconnue

- ✓ **Primeur** : Boumerdes, Tipaza, Skikda, Alger, Mostaganem, Tlemcen
- ✓ **Saison** : Ain-defla, Mascara, Mila, Souk ahras, Boumerdes, Mostaganem, Sétif, Tizi ousou, Tiaret, Msila, Tlemcen, Batna, Chlef, Bouira, El-oued.
- ✓ **Arrière-saison** : Ain-defla, Mascara, Guelma, Chlef, El-oued, Tlemcen, Mostaganem, Djelfa.

**I. 2.1.3. Les principales variétés cultivées en Algérie**

Les variétés les plus demandées en production sont :

- Pour les peaux rouge : Désirée, Kondor, Bartina et Amorosa.
- Pour les peaux blanches : Timate, Spunta, Diamant, Nicolas et Atlas (DSA, 2014).

Cent vingt variétés sont inscrites au catalogue Algériens des espèces et variétés cultivées. Cette inscription est obligatoire pour leur commercialisation. Elle est précédée de deux ans au cours desquels sont évalués les caractères d’utilisation, le rendement, le comportement vis-à-vis des parasites par le service de contrôle et certification des semences et plants CNCC.

**Tableau 03** : Les principales variétés de pomme de terre les plus cultivées en Algérie (DSA Mostaganem, 2017).

Variétés rouges	Variétés blanches
-Bartina, Amorosa, Cardinal, Condor, Désirée, Cléopatra, Resolie, Thalassa.	-Safran, Spunta, Diamant, Sahel, Lola, Appolo, Ajax, Yesmina.

#### I.2.1.4. La production à Mostaganem

Mostaganem est parmi les Wilaya les plus productrices des pommes de terre. D'après les données statistiques reportées par la direction des services agricoles (DSA) de la wilaya de Mostaganem, différentes variétés de *Solanum tuberosum* sont plantées sur une superficie totale qui est estimée à **15864** Ha, avec une production de **5432475**Qx pour l'année 2018. (DSA, 2019).

	Arrière-saison	Primeur	Saison	Total	Année
<b>Superficies (ha)</b>	<b>3550</b>	<b>550</b>	<b>11764</b>	<b>15864</b>	<b>2017/2018</b>
<b>Production (qtx)</b>	<b>887500</b>	<b>112950</b>	<b>4432025</b>	<b>5432475</b>	

### I.3. Caractéristiques de la plante

#### I.3.1. Taxonomie

La position systématique de la pomme de terre est (BOUMLIK, 1995):

**Embranchement** : Angiospermes.

**Classe** : Dicotylédones.

**Sous classe** : Gamopétales.

**Ordre** : Polémoniales.

**Famille** : Solanacées.

**Genre** : *Solanum*.

**Espèce** : *Solanum tuberosum* L.

I.3.2. La morphologie

La pomme de terre est une dicotylédone annuelle de la famille des *solanacées* dont l'espèce commune blanche cultivée a pour nom latin *Solanum tuberosum* (KLEINKOPF, 1983). La pomme de terre (*Solanum tuberosum*) appartient à la famille des Solanacées, plantes à fleurs gamopétales, dicotylédones dont plusieurs sont cultivées pour l'alimentation humaine (DARPOUX, 1967).

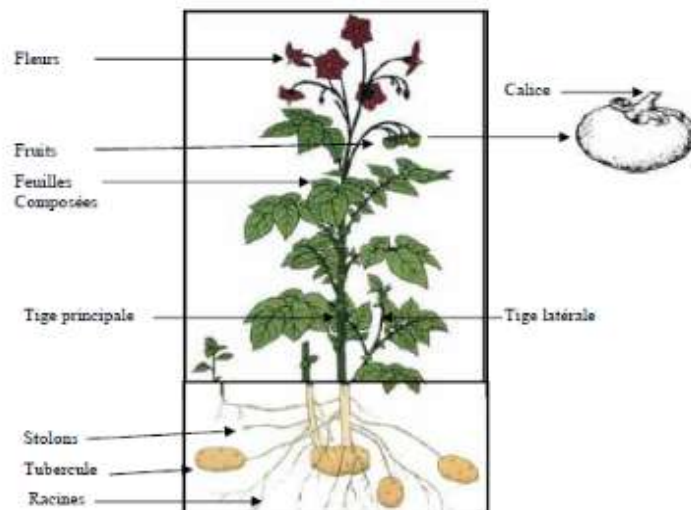


Figure 01 : Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre (Boufares, 2012).

I .3.3 Physiologie et multiplication de la pomme de terre

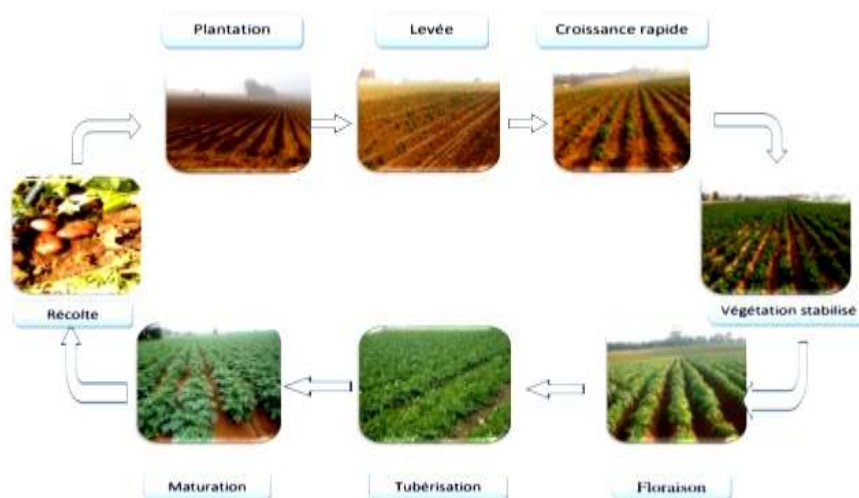


Figure 02 : Cycle de développement de la pomme de terre (Original, 2017).

On peut multiplier la pomme de terre par graines, par boutures ou par tubercules. Le semis (avec graines) ne se pratique que dans le but d'obtenir de nouvelles variétés, la multiplication par boutures se pratique lorsqu'on ne dispose que de quelques tubercules de variétés méritantes et qu'on désire obtenir, la même année, un grand nombre de nouveaux tubercules, la multiplication la plus courante se fait par tubercules. (VREUGDENHIL *et al.*, 2007)

### **I.3.3.1 Cycle sexué**

Le fruit est une baie sphérique ou ovoïde de 1 à 3 cm de diamètre, il contient plusieurs dizaines de graines qui sont l'outil de création variétale. (Larousse agricole, 2002).

La germination est épigée et les cotylédons sont portés au-dessus du sol par le développement de l'hypo cotyle. Quand la jeune plante atteint quelques centimètres de hauteur, les stolons commencent à se développer d'abord au niveau des cotylédons puis aux aisselles situées au-dessus de sol et s'enfoncent dans le sol pour donner des tubercules à la présence des conditions favorables. (BOUFARES, 2012)

### **I.3.3.2 Cycle végétatif**

Le tubercule n'est pas seulement un organe de réserve, c'est aussi un organe qui sert à la multiplication végétative, et riche en eau et substances nutritives (amidon), est d'un point de vue anatomique, une tige modifiée aux entre nœuds courts et épaissis et dont les bourgeons vont donner naissance aux germes. L'évolution de ce tubercule est caractérisée par dormance, la germination, la croissance végétative et la tubérisation.

#### **I.3.3.2.1 Le repos végétatif**

A la récolte, le tubercule de pomme de terre ne peut germer même si les conditions de croissance sont favorables (température de 18°C à 25°C) et hygrométrie 90%. Sa durée constitue un caractère variétal mais peut être abrégé ou maintenu par différents constituants physiques ou chimiques. Sous l'action de hautes températures durant la végétation, il peut être abrégé (MADEC et PERENNEC, 1962). Pour hâter la germination, on peut traiter chimiquement les tubercules de semence ou les exposer alternativement à des températures élevées et basses (CHAUMETON *et al.*, 2006).

**I.3.3.2.2 Germination**

A la fin du repos végétatif, le germe entre en croissance s'il n'y a pas dormance induite par les conditions du milieu (**MADEC, 1966**).

**MADEC et PERENNEC (1962)** ont dénommé un stade d'incubation, le stade de tubérisation des germes, et période (phase) d'incubation, le temps s'écoulant entre le départ de la germination et la formation des nouvelles ébauches du tubercule par les germes.

**I.3.3.2.3 La croissance**

A partir des germes produits par le tubercule, se forment des tiges feuillées puis des stolons et des rameaux (**BISSATI, 1996**).

**I.3.3.2.4 La tubérisation**

Au bout d'un certain temps, variable selon la variété et le milieu, les extrémités des stolons cessent de croître et se renflent pour former, en une ou deux semaines, les ébauches des tubercules : c'est la tubérisation. Elle se prolonge jusqu'à la fange de la plante, par la phase de grossissement. Aucun indice ne permet de déceler, sur les organes aériens, le moment de cette ébauche des tubercules (**SOLTNER, 1979**).

La croissance des tubercules est très lente pendant la première phase, s'accélère à partir des 55 et 65<sup>ème</sup> jour et atteint une vitesse plus importante que celle de la partie verte. La tubérisation provoquée par une dose de substance de tubérisation synthétisée par ce feuillage, plus une quantité pour entraîner la tubérisation définitive accompagnée de l'arrêt de la croissance végétative (**ABDESSALLAM, 1990**).

**I.3.3.2.5 La maturation des tubercules**

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

**I.4. Exigences écologiques de la pomme de terre**

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

**I.4.1 Exigences climatiques****I.4.1.1 Température**

Elle est influencée sur le type de croissance ; les hautes températures stimulent la Croissance des tiges par contre les basses températures favorisent la croissance des tubercules (**BOUFARES, 2012**). Les tubercules risquent de geler à partir du moment où les températures deviennent inférieures à environ  $-2^{\circ}\text{C}$  et le zéro de germination est compris entre  $6$  et  $8^{\circ}\text{C}$ .

**I.4.1.2 Lumière**

La pomme de terre est une plante héliophile. Ses besoins en lumière sont importants surtout pendant la phase de croissance. La lumière est un facteur déterminant pour la photosynthèse et la richesse en fécule des tubercules (**MOULE, 1972**).

**I.4.2 Les facteurs édaphiques****I.4.2.1 Sol**

La pomme de terre est une plante qui s'accommode à toutes les terres, à condition que celles-ci soient suffisamment alimentées en eau. Elle préfère cependant les terres légères, siliceuses ou silico-argileuse, au sous-sol profond (**ANONYME, 1981**).

**I.4.2.2 PH**

La pomme de terre peut donner de bons rendements dans des sols légèrement acides, elle supporte les pH assez bas de  $5,5$  à  $6$ . Néanmoins elle peut s'adapter aux sols faiblement alcalins ; dans le cas de pH élevé dans le sol celui-ci peut causer le développement de la gale commune sur le tubercule. (**BOUFARES, 2012**).

**I.5. Exigences hydriques**

Les besoins en eau de la pomme de terre sont faibles au début, très importants à la croissance des tubercules, et minimes à la maturation. C'est une plante sensible à la fois au déficit et à l'excès d'eau. En fait le manque d'eau stimule la maturité des tubercules et entraîne le dessèchement prématuré des feuilles. Alors que l'excès d'eau provoque le pourrissement des nouveaux tubercules et réduit la levée (**FENGOUR, 2000**).

**I.6. Technique culturales des pommes de terre****I.6.1 Le sol et sa préparation**

Le travail du sol consistant en un labour suivi d'émiettement vise généralement son ameublissement pour permettre un grossissement régulier des tubercules et le cheminement des fines racines en profondeur, car la présence d'obstacles peut être à l'origine de tubercules déformés. Un ameublissement uniforme sur une profondeur de 15 à 18 cm est nécessaire pour la pomme de terre (**Kempen et al, 1996**). Avant plantation, un traitement du sol avec un insecticide/Nématicide peut être nécessaire en cas d'infestation pour éliminer les vers blancs, les taupins et autres parasites du sol.

**I.6.2 La fertilisation**

Vu la durée du cycle végétatif très court (3 à 4 mois), la rapidité de croissance et le système racinaire qui n'est pas assez profond; la fertilisation demeure l'un des facteurs les plus importants pour une bonne production de la pomme de terre.

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

La pomme de terre est très exigeante en fumure organique, les besoins sont de l'ordre de 30 T/ha. Cependant, dans un sol pauvre en matière organique, cette dose peut être doublée. En effet, pour éviter les risques de carence, la fumure organique doit être complétée par la fumure minérale.

L'azote est un élément fondamental pour la croissance de la plante. Le maximum d'absorption a lieu au moment du développement maximum de feuilles (50 à 80 jours après plantation).

Lors de la plantation, l'azote peut être appliqué sous forme de sulfate d'ammoniaque, vu son assimilation progressive. Les formes nitrates, sont toujours fractionnées au cours de la culture vu leur solubilité rapide.

Le phosphore intervient dans les phénomènes de floraison, fructification et maturation d'où son action comme facteur de précocité et de rendement. Le phosphore est difficilement absorbé par la plante. Pour cela il doit être appliqué avant plantation et sous la forme la plus assimilable.

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

**I.7. Les variétés et leur choix pour la culture**

L'espèce *Solanum tuberosum* renferme de très nombreuses variétés, se différenciant par leurs caractéristiques botaniques, agro-climatiques; d'où des variétés précoces (Sahel...), et des variétés tardives (Désirée..). D'autres par contre se distinguent par leur résistance à la sécheresse. Dans les régions tempérées, la pomme de terre a un cycle de développement allant de 70 à 100 jours pour les variétés précoces et 130 à 150 jours pour les variétés tardives (**Gry, 1993**).

Les diverses variétés se distinguent essentiellement par la couleur de la peau et de la chair, la forme des tubercules, la durée de leur dormance et leur aptitude à la conservation. En dehors de l'adaptabilité de la variété aux conditions agro-climatiques du milieu, la destinée de la production demeure le principal critère de choix (pomme de terre de primeur, féculière, de plants etc.).

**I.7.1 Préparation du plant**

Dès réceptions des semences, ne jamais empiler les sacs; mais les disposer ouverts, debout sur un seul rang ou sur 2 rangs en triangle afin que l'aération soit la meilleure possible, dans un local bien éclairé et bien ventilé. Pour la pré-germination des plants, particulièrement pour les pommes de terre d'arrière saison, la meilleure façon de l'effectuer consiste en la mise en clayettes de semences, que l'on place dans un endroit couvert, sec, éclairé, aéré et bien ventilé.

Cette méthode permet de :

- ✓ Gagner du temps à la levée.
- ✓ Hâter la végétation.
- ✓ D'augmenter la précocité de la tubérisation.

La durée de pré-germination est en moyenne de 30 à 60 jours. On conseille aussi de traiter les semences de pomme de terre contre les attaques de rhizoctone par le trempage des tubercules dans une bouillie fongicide. (**ANONYME, 1993**).

**I.7.2 Plantation: date, densités et profondeur de semis**

Les conditions agro-climatiques imposent un choix judicieux des dates de semis. En zone sahélienne, les dates de plantation doivent être non seulement raisonnées en fonction surtout des températures car la tubérisation nécessite des écarts de températures entre les nuits et les jours assez grands, mais aussi des variétés (pomme de terre de primeurs, de consommation, etc.) caractérisées par la durée de leur cycle

de développement. Une plantation précoce est nécessaire pour les variétés tardives pour leur permettre de boucler leur cycle de développement.

Les tubercules de pomme de terre peuvent être plantés sans pré-germination. Mais la Pré-germination permet une levée rapide des plants et d'éliminer les tubercules germant peu ou pas du tout. Elle permet également de lutter contre le Rhizoctone, car celui-ci attaque difficilement un germe âgé qu'un germe en cours de croissance (**Robert et al, 1996**). L'implantation d'une culture indemne est nécessaire, si bien que le sectionnement pratiqué en climat méditerranéen par certains agriculteurs pour raccourcir le repos végétatif des plants, est suivi d'une tubérisation des plaies par des cendres avant leur mise en terre. Cela permet de réduire le risque de pourriture des tubercules. Les densités de plantation déterminées par les écartements allant de 40 à 75 cm entre les lignes et de 25 à 40 cm sur la ligne, varient suivant le type de culture. En culture tropicale, les écartements proposés par **Aronel de Hayes et Traoré (1990)** sont de 60 cm entre les lignes et 40 cm sur la ligne conduisant à une densité de 41666 pieds par hectare. Par ailleurs, les études de divers auteurs dont Moorby (1967), Tritanny et al. (1983); cités par **Quere (2000)** ont montré que le nombre de tiges par hectare est le meilleur indicateur de densité, la tige étant considérée comme une entité biologique. Cela a conduit à un raisonnement des densités de plantation en nombre de tiges par hectare de nos jours. Selon **Ellisseche (1996)**, ces densités sont de l'ordre de: 150000 à 200000 tiges /ha pour une culture de primeurs pour des variétés de grosseurs 7 à 8.

-150000 à 180000 tiges /ha pour la pomme de terre de conservation et industrielle pour un bon rendement de tubercules homogènes de calibres 45-70.

-120000 à 150000 tiges/ha pour une grande proportion de gros calibre.

La profondeur de plantation variant de 5 à 10 cm, permet une bonne levée car une grande profondeur de plantation retarde la levée et expose les germes aux attaques de Rhizoctone et une profondeur de plantation trop superficielle rend le buttage plus difficile augmentant ainsi le risque de verdissement des petits tubercules formés.

### **I.8. Irrigation**

La pomme de terre parmi les légumes très sensibles à l'humidité du sol : donc la Sécheresse ou l'augmentation et l'irrégularité de l'humidité, provoquent des dégâts sur les plantes (la diminution d'humidité provoque une faible croissance des plantes, des folioles petits .étroits et colorée par le vert foncée et en fin une diminution de

production. L'augmentation d'humidité associée avec fortes températures provoque des pourritures des semences justes après la plantation : les fortes humidités influent sur la croissance des racines. L'irrégularité de l'humidité incite des déformations des tubercules au moment de tubérisation) Il est conseillée toujours d'irriguer les champs de pomme de terre chaque fois que la capacité au champ est a 50% dans les quinze premiers centimètres du sol. Néanmoins, on peut toujours irriguer à des taux de 75% de capacité au champ au niveau de cette couche ; sans atteindre qu'elle arrive a 25%, surtout que le déficit en eau a des effets négatifs sur la croissance et la production **(ABD EL MONAIM HASSEN, 1999)**.

L'approvisionnement régulier de la pomme de terre en eau constitue certainement le facteur le plus important d'amélioration du rendement et de la qualité des tubercules.

Pratiquement, on peut distinguer, en fonction du développement de la plante, trois périodes:

- ✓ De la levée à l'initiation des tubercules: les quantités d'eau à apporter sont peu importantes et un léger déficit peut permettre une meilleure exploration du sol par les racines.
- ✓ A l'initiation des tubercules: des arrosages fréquents mais légers augmentent le Nombre de tubercules commercialisables.

I.9. Aspect phytosanitaire de la pomme de terre

I.9.1. Maladies fongiques

Nom de Maladie	Organes touchés	Description des dégâts	Moyens de lutte	Références
Le mildiou <i>Phytophthora Infestans</i>	<b>Jeunes pousses</b>  <b>Feuilles et Pétioles</b>  <b>Bouquets Terminaux</b>  <b>Tige</b>  <b>Tubercules</b>	-Sont grêles et couvertes d'un duvet blanchâtre - <b>Sur la face supérieure</b> des taches décolorées (vert-clair) d aspect huileux - <b>Sur la face inférieure</b> le pourtour de la zone nécrosée laisse apparaître, en condition de forte humidité. -Un brunissement et un léger recroquevillèrent des feuilles apicales. -Une nécrose brune violace s'étendant sur quelques centimètres à partir d'un nœud.	-Assure une protection efficace du feuillage des la levée et jusqu'à destruction complète Des fanes pour minimiser le lessivage de spores vers le sol, surtout en fin de cycle. -Utiliser un produit fongicide a fort pouvoir anti sporulant : (fluazinam, fentine.) -S'efforcer d'éliminer au triage, la totalité des tubercules contaminés. -Valoriser des résistances variétales.	<b>MOULE, 1972</b> <b>SOLTNER, 1979</b> <b>ABD EL MONAIM HASSEN. A, 1999</b>
Le rhizoctone brun <i>Rhizoctonia solani</i>	<b>Jeunes pousses</b>  <b>Stolons</b>  <b>Tubercules</b>	-Marque ou retarde à la levée (nécroses sur germes). -Nécroses sèches et bien délimitées sur la partie souterraine des tiges ou les stolons. -Mycélium blanc visible ou collet - Les tubercules son atteint de rhizoctone.	-Rotation. -Traitement des plans à la plantation avec des produits fongicides efficaces (Iota, Rizolex).	
L'Alternariose <i>Alternaria solani</i> <i>Alternaria alternata</i>	<b>Feuilles</b>  <b>Tubercules</b>	-A la face supérieure des feuilles, on observe des taches dispersées, très peut délimitées brunes a noires de type nécrotique avec des contours anguleux et de diamètre variables.	-Eviter les stress nutritionnels -Application de fongicides (mancozèbe, chlorothalonil ou fluazinam).	
La gale poudreuse <i>Spongopora Subterranea</i>	<b>Jeunes tubercules</b>	- La formation des pustules de couleur claire en forme de verrues sur la peau.	La lutte est uniquement prophylactique.	

I.9.2. Les maladies bactériennes

Nom de maladie	Organes touchés	Description des dégâts	Moyens de lutte	Références
La jambe noire et la pourriture molle (lenticellose) <i>Erwinia Carotovora</i>	<b>Collet des tiges</b>  <b>Feuilles tubercules</b>	-Jambe noire classique : nécroses et coloration noire. - Ramollissement des tissus associé ou non a un jaunissement. Un enroulement et un flétrissement des feuilles de la tige malade -En conservation : les pourriture molles peuvent entraîner la contamination rapide des tubercules avoisinants et sont souvent associées à d'autres bactéries qui entraîne la liquéfaction des tissus.	-Recherche les conditions défavorables à la multiplication et la transmission de la maladie. -Une hygiène générale rigoureuse de l'exploitation, de son environnement. -Utilisation de plants aussi sains -Rotation suffisante, fumure équilibrée sans excès d'azote -Eviter les excès d'humidité et la blessure : mécanisation aussi douce que possible a tous les stades.	<b>MOULE, 1972</b>
La pourriture brune et le flétrissement bactérien. <i>Ralstonia solanacearum</i>	<b>Tubercules</b>	-Se développer depuis le l'extrémité, une étroite zone vitreuse jaune, en partie nettement brune et suivant le tracé de l'anneau vasculaire. Avec le développement de la maladie cette zone jaunâtre à brun s'étend de plus jusqu'à la totalité du tissu se décompose à l'exception de la pleure.	///	

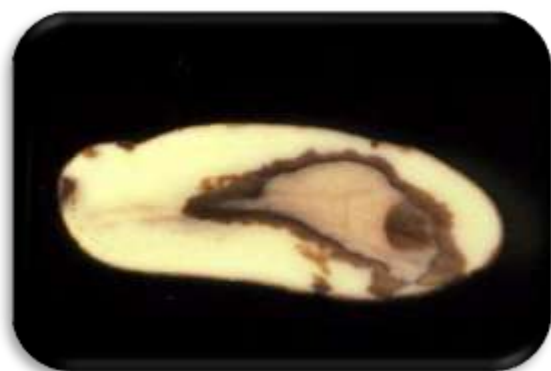


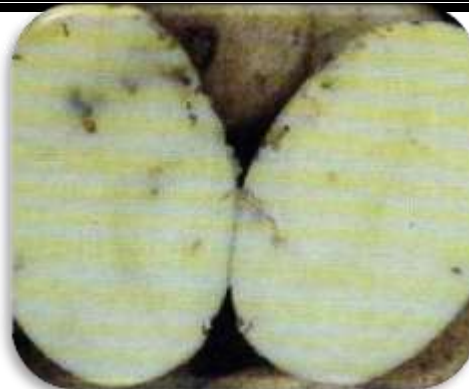
Figure 03 : Symptômes de jambe noire observés au champ et Symptômes de pourriture molle sur tubercule (RAP Pomme de terre 2017).

I.9.3. Les maladies virales

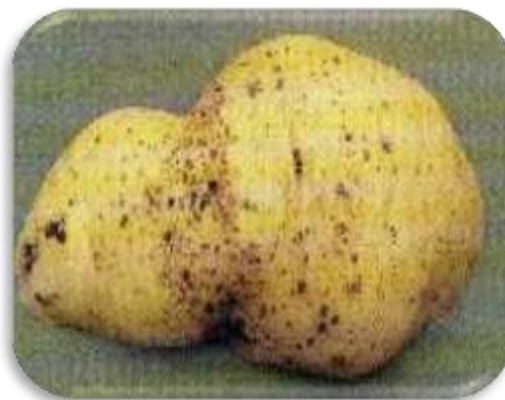
Nom de maladie	Organes touchés	Description des dégâts	Moyens de lutte	Références
Le virus de l'enroulement (PLRV)	<p><b>Feuilles</b></p> <p><b>Tubercules mère</b></p> <p><b>Tubercules (chez certaines variétés)</b></p>	<p>-Enroulement et un redressement des feuilles de la partie supérieure de plantes avec une légère décoloration (ou pigmentation pourpre)</p> <p>- Ces symptômes sont plus nets et plus précoces sur des plantes issues de tubercules infectés (infection secondaire)</p> <p>-Ce virus peut provoquer des nécroses internes sous forme de taches de rouille éparses ou en réseau dans la chair des tubercules.</p>	///	<p><b>Moule, 1972</b></p> <p><b>Abd EL Monaim Hassen, 1999.</b></p>
Le virus du Rattle du tabac (TRV)	<p><b>Feuilles</b></p> <p><b>Tubercules</b></p>	<p>-Le limbe des feuilles qui est alors déformé et présente des taches claires à contour diffus.</p> <p>-Des tissus morts en forme de cercle, des nécroses annulaires qui s'enfoncent peu à peu, puis se déchirent.</p>	///	

I.9.4. Les principaux ravageurs

Parasites	Organes touchés	Description des dégâts	Moyens de lutte	Références
Pucerons Principalement : - <i>Myzus persicae</i> et autres Aphidae	<b>Feuilles.</b>	Petites taches, pâle et léger enroulement des feuilles. Le rôle nuisible des pucerons tient surtout à leur rôle de vecteurs (transporteurs) des maladies à virus.	- Cultiver les plants dans les régions peu propices aux pucerons : zones océanique ou d'altitude. -Lutte chimique précoce dès l'installation des premières colonies, avec un aphicide autorisé à action systémique.	<b>SOLTNER, 1979.</b> <b>Bruyer, 2008.</b>
Tupins (plusieurs espèces D'Agriotes)	<b>Tubercules.</b>	Galeries étroites de 1 à 2 mm dans les tubercules. Ces attaques sont la porte d'entrée de plusieurs diverses.	Désinfecter le sol à laide d'un insecticide autorisé seulement si le nombre de larves dépasse 30 à 40 au mètre carré.	
Vers Blancs (Larve du hanneton <i>Melontha Melolontha</i> )	<b>Tubercules.</b>	Galeries larges, tapissées de fils soyeux, et renfermant des excréments noirâtres.	Désinfecter le sol à laide d'un insecticide autorisé seulement si le nombre de larves dépasse 4 à 6 au mètre carré.	
<b>Teigne</b> <i>Phthorimea opercullella</i>	<b>Feuilles</b>  <b>Tubercules</b>	-Symptômes sur végétation: Les dégâts sur les feuilles et les pétioles par perforations et forage de mines pouvant affaiblir les plantes. On observe un feutrage gris à la surface des lésions. -Symptômes sur tubercules: Les chenilles creusent des galeries dans les tubercules tapissés de fil de soie et les excréments noirâtres sont rejetés vers l'extérieur. D'autres pathogènes peuvent s'installer dans ces galeries et entraîner des pourritures de tubercules.	Les bonnes méthodes de lutte sont les suivantes: rotation des cultures ; utilisation de semences non-infectées ; plantation profonde ; un bon buttage ; une bonne irrigation ; la lutte contre les mauvaises herbes ; et toujours garder propres le champ et l'entrepôt.	



**Figure04 :** Teigne (*Phthorimea operculella*) (Maladie et ravageurs de PDT, 2006).



**Figure05 :** Gale commune (*Streptomyces scabies* et *S. S*) et Rhizoctone brun (*Rhizoctonia solani*) (PDT, 2006).



**Figure06 :** Symptômes du mildiou (*P. infestans*) sur la tige. (DANAN, 2009).

**Figure07:** Symptômes *Alternaria* sp (Original, 2017).

***Chapitre II :***  
***Alternaria de la***  
***pomme de terre***

### II.1. caractéristique générales des *Alternaria sp*

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

Les conidies sont brunes, pluricellulaires, d'aspect piriforme ou ovoïdes, avec une partie basale arrondie et une extrémité apicale allongée en bec plus ou moins important : ce sont des dictyospores. A maturité elles présentent à la fois des cloisons transversales, obliques ou longitudinales. Ces spores à paroi lisse ou verruqueuse et de taille importante (50-100  $\mu\text{m}$  sur 3-16  $\mu\text{m}$ ), sont souvent disposées en chaîne. En l'absence du bec marqué, c'est la disposition en chaîne des dictyospores qui caractérise le genre de *Alternaria*.

Les hyphes septés sont ramifiés et tardivement certains filaments sont pigmentés en brun. Les conidiophores sont cloisonnés, bruns, septés, simples ou ramifiés, plus au moins droits ou flexueux (généculés).



**Figure 08** : Aspects macroscopique et microscopique du genre *Alternaria* (Wikipedia).

## II.2. Historique de la taxonomie

le genre *Alternaria* a été initialement décrit en 1816 avec *A. tenuis*, comme le type et le seul membre du genre (Nees,1817), parmi les caractéristiques du genre, la production de chaînes de conidies multicellulaires de couleur foncée avec des cloisons longitudinales et transversales, et d'un bec filamenteux avec des cellules apicales. Depuis sa création, le statut taxonomique du genre a été en mouvement. Dans son œuvre monumentale « *Systema Mycologicum* », Fries (1832), ne reconnaît pas la description de *A. tenuis*. Nees a cité cette espèce comme un synonyme de *Torula alternata*. En outre, Fries a érigé un nouveau genre, *Macrosporium*, qui comprend plusieurs espèces qui partagent des caractères phaeodictyosporique avec *Alternaria* et sont actuellement reconnus comme des espèces de *Alternaria*, notamment *tenuissima*. Il a ensuite identifié les champignons phaeodictyosporique qui ont été attribués à deux : *Alternaria* et *Macrosporium* et aucun consensus clair ne s'est révélé de plus de 100 ans. Pendant une bonne partie de cette période, de nombreuses espèces *Alternaria* « atypiques » ont été décrites, *Macrosporium* qui ne produisent pas de conidies en chaînes et ou ont une conidie avec bec. En outre, deux autres genres ont été érigés, *Stemphylium* et *Ulocladium*, qui ont été également caractérisés par la production de phaeodictyospores, ce qui complique la résolution taxonomique de ce groupe de champignons. La confusion croissante sur le statut taxonomique de ces champignons a incité plusieurs re-descriptions de ces genres afin d'accueillir un nombre croissant de nouvelles espèces d'origine pour *A. tenuis*, et celle de Fries « placement erroné générique de *T. alternata* ». (Keissler,1912) a mis le synonyme à la fois *A. tenuis* et *T. alternata* avec « *alternaria alternata* Kiessl. » un nouveau nom. Wilshire (1933, 1938) a en outre proposé des critères révisés pour les genres *Alternaria* ainsi que le genre *stemphylium*. *Ulocladium* n'a pas été officiellement reconnu, *Macrosporium* a été placé sur la liste des nominations ambigua et beaucoup d'espèces « atypique » ont été placés dans un sous-genre de *stemphylium*, *pseudostemphylium*. (Joly ,1964) a examiné le genre *Alternaria* et des espèces apparentées, et a proposé que la plupart de ces espèces « atypiques » classées comme *Alternaria* plutôt que *pseudostemphylium*. Enfin, les concepts modernes de ces genres issues des travaux de (Simmons,1967) dans son essai « typification de *Alternaria*, *stemphylium*, et *Ulocladium* ». Simmons a examiné *Alternaria*, *stemphylium*, et le genre longtemps négligé *Ulocladium*, et a conclu que la plupart des espèces « atypiques » de *Alternaria* et de *stemphylium* doivent être classés comme *Ulocladium*.

**II.3. classification**

Les *Alternaria* sont les formes asexuées de plusieurs espèces d'Ascomycètes selon (Bassadat nabahat, 2014). Leur position systématique comme suit :

**Règne**..... Fungi  
**Embranchement**..... Ascomycota  
**Classe**.....Dothideomycete  
**Sous-classe**..... pleosporomycetidae  
**Ordre**..... Pleosporale  
**Famille**..... Pleosporaceae  
**Genre**.....*Alternaria*.

**II.4. description de la maladie**

Alternariose à l'origine des taches rondes et brunes sur les feuilles à un diamètre de 2mm à 1.5cm. Elle se provoque par les champignons *Alternaria solani* et *Alternaria alternata* par les conditions climatiques bien particulières :

-température élevée (20-25 °C).

-alternance de périodes humides et ensoleillées.

Le champignon attaque les fruits à partir de la tige creusant des lésions étendues et présentant des anneaux concentriques et une moisissure noire.

**II.5. symptomatologie****II.5.1. sur les feuilles**

Les premiers symptômes sur feuilles apparaissent en général après la floraison, sur les feuilles les plus âgées, sénescents, et en bas de tiges. Il s'agit des taches de structures plus ou moins circulaires et anguleuses, avec des cercles concentriques, présentant un léger halo chlorotique. Par temps sec, les lésions peuvent se détacher et faire place à des trous.

Au départ de l'infection les taches sont petites (2mm) limitées aux espaces entre les nervures. Mais quand la maladie progresse, ces taches grandissent et peuvent même gagner l'ensemble de la feuille. Les taches sont de couleur vert-olive à brun foncé – noir. Au fur et à mesure que la maladie progresse (c.-à-d. en conditions favorables à son développement), elle passe des plus vieilles feuilles en bas de tiges aux plus jeunes feuilles (plus hautes sur la plante). Dans les cas les plus graves (défoliation précoce) cela peut nettement affecter le rendement (de 10 à 50% !), mais aussi la qualité de la récolte (manque de calibre, poids sous eau insuffisant). ( **Carah asbl, 2006**).

L'Alternariose est une maladie grave qui affaiblie la pomme de terre surtout l'espèce *A. solani* qui se développe sur feuille puis attaque le tubercule et cause des dégâts quantitatifs.



**Figure 09** : Symptômes de l'alternariose sur feuilles de la pomme de terre (**Original, 2017**).

### II.5.2. sur les tiges et collets

Le pathogène peut aussi provoquer de graves lésions sur tiges qui peuvent atteindre jusqu'à 5 cm de longueur. Quand les conditions météorologiques sont favorables, les lésions se développent sur les tiges et les pétioles (**Grogan et al, Vloutoglou et Kalogerakis, 2000.**) le dépérissement des extrémités du collet est un autre symptôme associé à la maladie (**Patterson, 1991**). Ce symptôme est rare en temps de pluie, sauf sur les variétés avec des tiges et des pétioles plus mince, les lésions sur les tiges blanchissent et se fissurent (**Osiru, 2008**). Ces lésions ou chancres progressent lentement sur la tige, une fois celle-ci est ceinturées la plante meurt. Des petites lésions brunes apparaissent ensuite entre les plus grandes lésions ; les tissus sous les chancres présentent une pourriture sèche brune en particulier au niveau du xylème, celui-ci est décoloré d'une façon discontinue à brun et peut se développer dans les tissus adjacents au xylème primaire entre 4 à 7 mm au dessus et en dessous des chancres (**Grogan et al. 1975**).



**Figure 10:** Symptômes sur les tiges et collet de la pomme de terre (**Wikipedia**).

### II.5.3. sur les fruits

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 de *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. La maladie peut se développer en cours de stockage, particulièrement si le séchage et la ventilation sont insuffisants. La pourriture peut être confondue avec celle provoquées par les champignons de la gangrène (*Phoma spp*) et de la fusariose (*Fusarium spp*). En allemand on parle de Hartfäule pour ce qui est du nom de l'alternariose sur tubercules.

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

Les tubercules infectés sont parfois atteints d'une pourriture sèche essentiellement superficielle.

Les attaques sont très peu courantes. Elles résultent d'atteintes ayant eu lieu lors de la récolte ou de la mise en conservation, lorsque des spores de *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 peu plissée ou soulevée. Le tissu atteint est dur et sec, mais séparé du tissu sain par une zone humide et jaunâtre.

La maladie peut se développer en cours de stockage, particulièrement si le séchage et la ventilation sont insuffisants. Les résidus de cultures, les sols contaminés et les tubercules infectés sont les principales sources d'inoculum (Issa adamou, 2011).



**Figure 11** : Symptômes de l'alternariose sur le tubercule de la pomme de terre (John Kerr, 2014).

## II.6. Cycle biologique

Le champignon hiverne principalement sur feuilles mortes au sol, bien qu'elle soit également possible (mais beaucoup moins fréquente et efficace) sur les rameaux et dans les bourgeons. Les infections foliaires sont produites au printemps par les conidies (spores asexuées) libérées après une période d'humectation.

La maladie se développe au cours de la saison avec plusieurs cycles d'infection à partir des infections foliaires. L'infection des fruits, à l'origine de petites taches brunes, résulte probablement de l'inoculum produit sur feuilles dans la canopée. Elle pourrait se produire tout au long de leur développement, mais il existe de fortes différences entre variétés pour la fréquence des symptômes sur fruits. Il semble que l'aptitude à infecter les fruits dépende d'autre part des souches du champignon.

Il est important de distinguer ces infections externes de la pourriture de cœur des fruits, visible seulement après récolte et coupe du fruit. Celle-ci est causée par des champignons opportunistes sans spécificité d'hôtes, appartenant à diverses espèces dont *A. alternata*, *A. arborescens*, *A. tenuissima*, qui pénètrent à l'intérieur du fruit au niveau de l'œil (pièces florales). Certaines variétés à "œil ouvert", comme Red Délicieux, sont ainsi particulièrement sensibles.

Il n'existe pas de stade sexué connu chez *Alternaria alternata* mais des études de génétique des populations suggèrent l'existence d'événements de recombinaison méiotique (reproduction sexuée cryptique) ou non méiotique dans diverses populations : sur pomme de terre en Chine sur Citrus en Floride dans les environnements intérieurs aux USA. Les symptômes sont généralement plus précoces et plus sévères dans la partie inférieure du houppier, en lien avec la localisation de l'inoculum et le microclimat (Bessadat, N.2014).

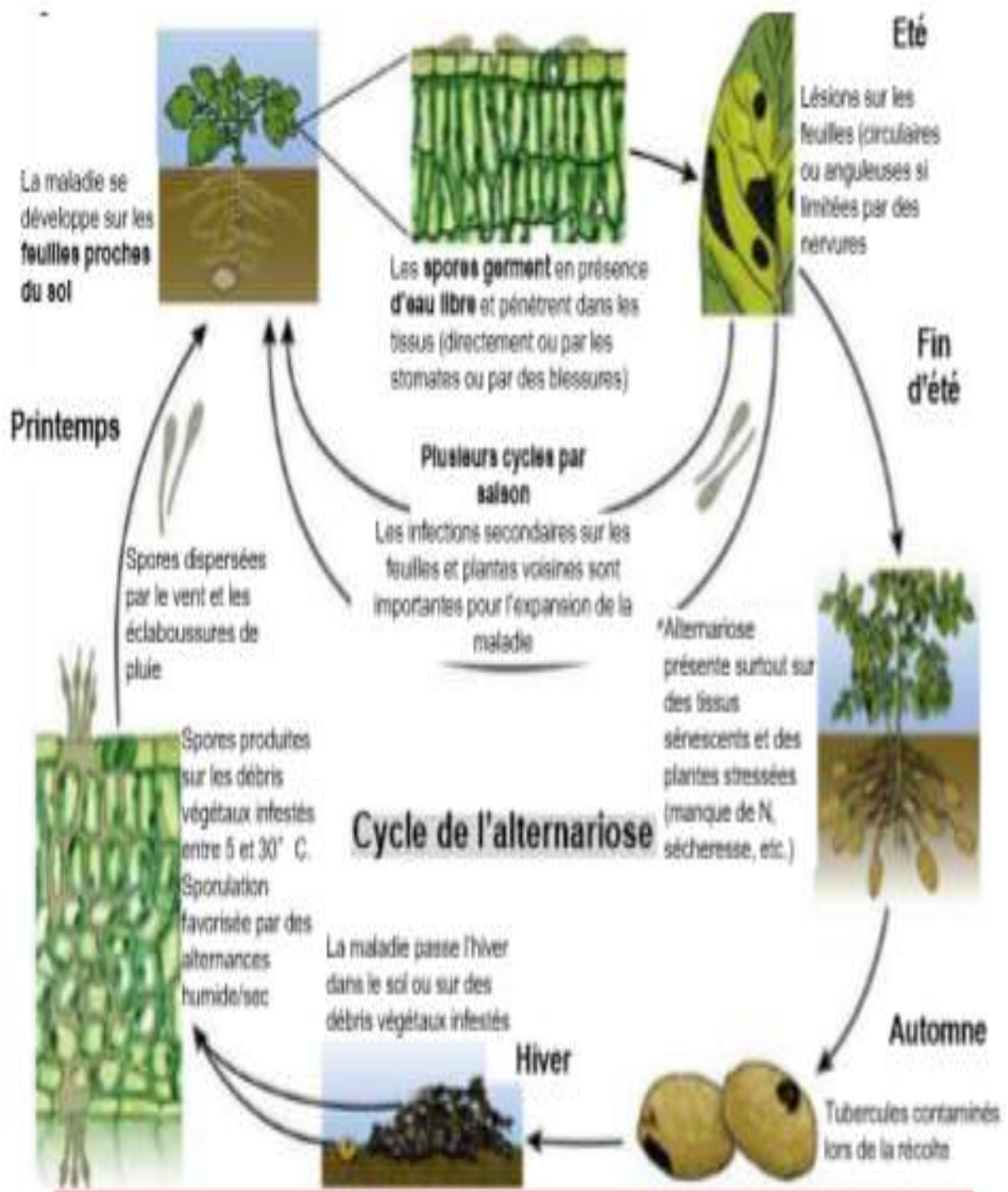


Figure 12 : Cycle de l'alternariose (André Chassot ,2016).

**II.7. cycle infection**

Les infections dues à *Alternaria sp* sont particulièrement graves dans les périodes humides et les climats chauds. Elle se propage par le biais des graines, le vent, les pluies ainsi que les restes de cultures infectées.

La présence importante de matières organiques en surface en non-labour constitue un milieu favorable à la phase saprophyte des champignons et d'après, la simplification du travail du sol entraîne une évolution du parasitisme défavorable (infestation par les mauvaises herbes). (Keissl, 1912).

**II.7.1. la conservation**

*A. alternata* dispose certainement de potentialités saprophytiques lui permettant de se maintenir aisément sur et dans le sol et sur les débris végétaux de toute sorte (folioles, tiges, pièces florales sénescents). (Keissl, 1912).

**II.7.2. la pénétration**

Les conidies présentes sur les feuilles germent et émettent un à plusieurs filaments mycéliens qui peuvent pénétrer directement à travers la cuticule ou par l'intermédiaire de diverses blessures présentes sur les différents organes. (Keissl, 1912).

**II.7.3. la sporulation et la dissémination**

Comme nous l'avons déjà évoqué précédemment, cet *Alternaria* sporule aisément sur les tissus altérés, il y produit des conidiophores portant des conidies qui seront dispersées par le vent et les courants d'air, mais aussi les éclaboussures d'eau. Ces conidies assureront les contaminations secondaires. (Keissl, 1912).

**II.8. moyens de lutte**

*Alternaria sp* est un champignon du sol. Lorsque les plantes sont atteintes, il faut enlever l'intégralité de la plante de son système racinaire pour ne pas laisser de tissus végétaux contaminés dans le sol et brûler le tout.

Préventif:

Nettoyer les cultures en hiver, brûler les déchets végétaux infectés, ne pas les composter.

Pratiquez la rotation des cultures en faisant en sorte de cultiver des Solanacées (pomme de terre, tomate, aubergine) qu'une fois tous les trois ans sur la même parcelle.

Éviter les arrosages par aspersion sur le feuillage en été.

Lutte chimique :

L'Alternariose est habituellement combattue par l'application de fongicides lutté contre le mildiou, en particulier ceux contenant du mancozèbe. Des traitements spécifiques peuvent être nécessaires pour les variétés sensibles.

*Donnée expérimentale*

## I. Matériel et méthodes

### I.1. Objectif du travail

L'isolat de *Alternaria sp* utilisée dans cette étude a été conservé au niveau du laboratoire de protection des végétaux. Il a été isolé en 2018, à partir des feuilles de la pomme de terre présentant des symptômes de dépérissements, situé dans les régions de la wilaya de Mostaganem.

Ce travail traite deux parties :

- ❖ L'effet de quelques facteurs physiologiques sur la croissance mycélienne et la sporulation des isolats de *Alternaria sp*.
- ❖ Test de pathogénicité in vitro sur des folioles de pomme de terre (Spunta et Bartina).

### I.2. Origine du matériel fongique

#### I.2.1. Obtention des isolats fongiques

Le repiquage correspond au prélèvement d'une partie d'une culture de champignon pour la transplanter sur un milieu neuf où il continuera sa croissance. Le choix des milieux de culture pour tous parasites dépend de ses exigences nutritionnelles (**Rappily, 1969**).

On a fait un repiquage de champignon sur le milieu PDA stérile dans des boîtes de Pétri à raison de 15 ml par boîte, l'ensemencement se réalise avec des explants de 5mm de diamètre, prélevés de la périphérie d'une culture âgée de 1ans, à l'aide d'un emporte-pièce stérile. Ces explants sont déposés au centre de la boîte de pétri dans des conditions de travail rigoureuses telle que la stérilisation du matériel du manipulateur pour éviter toute contamination de la souche. Les boîtes sont incubées à 25°C.



**Figure 13:** Aspect macroscopique de l'isolat de *Alternaria sp* cultivé sur milieu PDA après 7 jours (**Original, 2019**).

**I.2.2. Obtention des cultures monospores**

Les isolats obtenus présentent parfois des variations culturales, par conséquent afin d'obtenir des isolats homogène (**Booth, 1971 ; Boisson et Lahlou, 1983**) Nous avons utilisés la technique de la culture monospore.

La technique de la culture monospore (voir schéma) permet d'obtenir une culture pure à partir des spores fongiques par étalement sur milieu PDA.

Dans un premier temps, repiquer la souche à monospore dans une boîte contenant du milieu PDA et la laisser se développer sur la totalité de la surface de la boîte pendant 10 jours.

Prélever un explant à partir de la périphérie de la boîte et l'introduire dans un tube contenant 9 ml d'eau distillée stérile, après agitation, on obtient une suspension sporale.

On effectue des dilutions au dixième à partir de la suspension sporale :

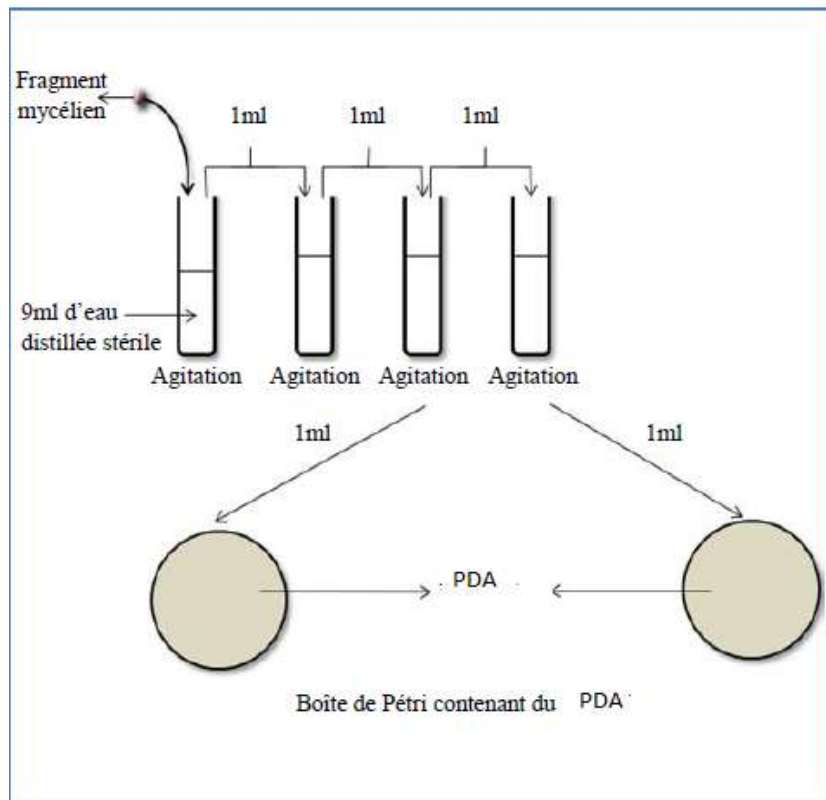
On prélève 1 ml de la suspension sporale que l'on introduit dans un tube contenant 9 ml d'eau distillée stérile puis on agite.

On répète l'opération autant de fois jusqu'à la dilution voulue.

A partir des deux dernières dilutions de troisième et quatrième tubes on prélève 1 ml que l'on étale à l'aide de pipete pasteur stérile sur milieu PDA.

Après 24h d'incubation à 26°C., à l'aide d'une loupe binoculaire, on procède au repérage et à la délimitation des spores en germination.

On prélève 3 à 4 conidies que l'on dépose dans une boîte de pétri contenant du milieu PDA.



**Figure 14:** Technique de monospore (Si Mohammed Abdeslam, 2012).

### I.3. Identification des isolats fongiques

L'identification des isolats fongiques est basée sur des études macroscopique et microscopique (**Rappily, 1969**), en se référant aux guides d'identification des champignons de **Barnett et Hunter (1972)** et **Rieuf (1985)**.

#### I.3.1. Etudes macroscopiques

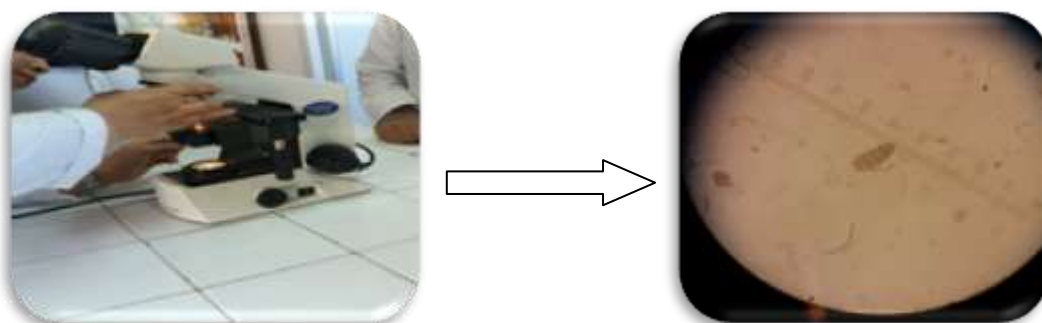
Les observations sont effectuées pendant 8 jours sur le milieu de culture PDA, Les examens des cultures à l'œil nu ou à la loupe binoculaire permettent d'étudier certains caractères morphologiques des isolats : le type, la couleur des colonies, bordure, et l'envers des cultures d'isolats.

### I.3.2. Etudes microscopiques

Les examens microscopiques du champignon ont été effectués en observant directement du mycélium (prélevé à partir d'une culture) entre lame et lamelle dans une goutte de bleu de coton et qu'on porte à l'observation microscopique aux différents grossissements en général (x10 et x40).

### I.3.3. Mesure de la taille des conidies

La mesure de la taille des conidies se fait à l'aide d'un oculaire placé sur un microscope étalonné. En utilisant l'oculaire et pour chacune des trente-deux isolats, on a mesuré la longueur, largeur de trente conidies par isolat.



**Figure 15 :** Mesure de la taille des conidies sur microscope étalonné (Gr x40) (Original ,2019).

### I.4. Conservation des isolats fongiques

La collection des isolats est conservée à partir des cultures pures cultivées sur PDA inclinées en tube, âgées de sept jours, maintenues dans un réfrigérateur à 4°C. Pour des utilisations ultérieures ; la conservation est aussi effectuée dans des tubes Eppendorf contenant des implants de 5mm de diamètre.



**Figure 16 :** Conservation des isolats fongiques (Original, 2019).

### I.5. Etudes de quelques facteurs physiologiques sur la croissance fongique

Parmi les facteurs physiologiques qui influencent la croissance fongique ; la composition du milieu, la température, la lumière et le pH, nous avons étudié l'influence du dernier (pH).

#### I.5.1. Influence de pH

Pour cette étude, nous avons utilisé le milieu de culture PDA inoculé avec les 32 isolats comme décrit précédemment, la tolérance à différentes valeurs de pH diffère considérablement chez certaines espèces de *Alternaria*, leur croissance se fait dans 2 gamme de pH allant de 4 à 6 en utilisant de l'acide chloridrique (HCL 4N) ou une solution alcaline d'hydroxyde de sodium (NAOH 4N) à l'aide d'un pH mètre (**Vijaya la Kshmi et al.,2012**),les boites de pétri inoculées sont incubées à 25°C.

#### I.5.2. Evaluation de la croissance mycélienne

La croissance mycélienne est estimée en calculant la moyenne des deux diamètres mesurés sur les deux axes perpendiculaires, en utilisant la formule suivante (**Rappily 1969**).

$$L = (D - d) / 2$$

**L** = croissance mycélienne / **D** = diamètre de la colonie / **d** = diamètre de l'explant.

$$D = X + Y / 2$$

#### I.5.3. Analyse statistique

Le traitement de toutes les données a été réalisé à l'aide de Microsoft Office Excel pour le classement des données brutes et pour l'élaboration des graphes. L'analyse de variance et la comparaison des moyennes ont été effectuées par l'utilisation du logiciel Stat box version 6.4

## I.6. le test de pouvoir pathogène

### I.6.1. Préparation de la suspension de sporale de *Alternaria sp*

La suspension de sporale est préparée à partir d'une culture de *Alternaria sp* âgée de 3 semaines en boîte de Pétri. 10 ml d'eau distillé stérile sont déposés sur cette culture contenant 0,015 de Tween comme agent mouillant. L'eau est ensuite étalée sur toute la surface avec un râteau (préparé à partir d'une pipette Pasteur) pour mettre les spores en suspension. La suspension obtenue est transférée dans un tube à essai.

### I.6.2. Préparation des folioles

On a planté deux variétés de pomme de terre (Spunta et Bartina) dans une serre et on a fait literniraire technique comme l'irrigation et désherbage. En plus on a fait la réserve des plantes de pomme de terre en plein champ.

On a prélevés des folioles des deux variétés de pomme de terre des Spunta et Bartina. Ces folioles sont choisies sur différentes plantes et à différentes hauteurs pour obtenir des échantillons représentatives. Ensuite Les folioles sont rincées par éthanol dilué après à l'eau distillé stérile et on les laisse sécher sur papier Buvard afin qu'elles sont déposées sur la face inférieure vers le haut dans une boîte retournée à raison d'une foliole par boîte. Les boîtes renferment de l'eau distillée pour favoriser l'humidité.



**Figure 17:** plantation de la pomme de terre (Original, 2019).

Variété de la pomme de terre :

**S** : Spunta.

**B** : Bartina.



**Figure 18** : Culture de pomme de terre dans plein champ (Original, 2019).

### I.6.3. Inoculation des folioles

Après libération des conidies, 3 gouttes de suspension sont déposées au centre de la foliole après avoir légèrement blessé celle-ci avec le cône de la pipette. Les folioles inoculées sont incubées pendant 8 jours. Les folioles inoculées développent des symptômes d'aspect huileux qui brunissent rapidement et s'entourent d'un liseré clair à la surface supérieure du limbe. La fructification de *Alternaria* est abondante et se présente sous forme d'un duvet blanc.

Les données concernant la chronologie des différentes étapes du test sont présentées dans le tableau :

**Tableau 04** : chronologie des étapes.

Etapes	Jours
<b>Contamination</b> (transfère de l'inoculum sur folioles blessés)	J0
<b>Exposition à la lumière</b> (pénétration et colonisation des tissus hôtes)	J0-J7
<b>Observation</b> (expression des symptômes)	Chaque 8 heure
<b>Ré-isolément</b> (confirmation du postula de koch)	J7

Le pourcentage de l'infection des folioles est déterminé et calculé. Puis les résultats de l'essai de virulence sont analysés sur la base de leur classification à partir des moyennes et l'écart type.

#### I.6.4. Evaluation de l'agressivité des différentes espèces sur folioles détachées

L'intensité de l'infection est évaluée en utilisant l'échelle décrite par (Boedo et al ; 2012), basée sur des notes allant de 0 à 5 en fonction du pourcentage de l'infection pour chaque foliole, modifiée comme suite dans le tableau :

**Tableau 05** : Echelle de notation de l'indice de maladie.

Note	Pourcentage de l'infection
0	Pas de symptôme pathologique visible
1	10% de surface de foliole attaquée
2	11% à 25% de surface de foliole attaquée
3	26% à 50% de surface de foliole attaquée
4	51% à 75% de surface de foliole attaquée
5	>75% de surface de foliole attaquée

#### I.6.5. l'indice de la maladie

L'indice de la maladie est calculé pour chaque isolats et variété de pomme de terre selon la formule suivante (James, 1974).

$$\text{Indice de la maladie en pourcentage(PDI)} = \frac{\text{somme de la notation numérique} \times 100}{\text{Nombre des feuilles examinées} \times \text{note maximale}}$$

#### I.6.6. Ré-isolément du parasite

Afin de confirmer le postulat de Koch et s'assurer que les symptômes observés sont provoqués par le même pathogène, la méthode consiste à rechercher le parasite dans les tissus infecté par ré-isolément sur milieu PDA, puis comparées morphologiquement avec les cultures mères de chaque espèce en boîtes de Pétri contenant le même milieu (Bassadat nabahat, 2014).

# *Chapitre II : Résultats et discussion*

### II.1.1. Etude de l'aspect macroscopique :

L'étude macroscopique des trente-deux isolats purifiés après 8 jours d'incubation sur PDA, a permis de présenter une variation considérable entre les caractères morphologiques, la couleur de la colonie varie du clair au foncé à une teinte olivâtre et grisâtre.

La majorité des colonies ont un aspect duveteux ou cotonneux, avec variations de la croissance mycélienne et des bordures régulières et irrégulières ; une faible sporulation à l'exception des deux isolats 32 et 12 voir tableau suivant:

- ✓ **Type** : Duveteux, avec une croissance cotonneuse= **1** ; Duveteuse, légèrement sillonné= **2** ; Cotonneux avec une périphérie légèrement compacte= **3** ; Duveteux, légèrement sillonné de centre compact= **4** ; Duveteux = **5** ; Cotonneux, subaérien= **6** ; Mycélium à ras=**7**.
- ✓ **Couleur** : Vert foncé olivâtre =**1** ; Vert olivâtre avec un centre foncé =**2** ; Vert clair=**3** ; Sombre au centre et vert olivâtre =**4** ; Vert foncé avec une surface grisâtre =**5** ; Vert olivâtre clair avec une surface grisâtre =**6** ; Gris foncé avec un centre blanc et surface grisâtre =**7** ; Vert olivâtre avec un centre gris clair=**8** ; Olivâtre avec centre brun et une surface grisâtre=**9** ; Gris foncée avec un fond noirâtre=**10**.
- ✓ **Bordures** : Irrégulier, compactes de couleur claire=**1** ; Irrégulière, avec des anneaux concentriques olivâtre clairs et gris =**2** ; Régulière avec une marge de couleur claire=**3** ; Régulière avec des anneaux concentriques, périphérie blanche ou grise=**4** ; Régulière, cotonneuse avec une périphérie de couleur claire=**5** ; Régulière avec une marge de couleur claire=**6** ; Périphérie légèrement irrégulière de couleur claire=**7** ; Périphérie légèrement irrégulière de couleur foncé=**9**.
- ✓ **Couleur de l'envers de la colonie** : Brune avec une marge grise claire=**1** ; Centre brun foncé avec une marge de couleur claire=**2** ; Gris foncé avec une marge gris claire=**3** ; centre brun avec une marge de couleur claire=**4** ; Marge beige avec et centre brun foncé=**5** ; Gris claire avec un centre brun foncé=**6** ; Gris foncé=**7** ; Noirâtre=**8**.

Tableau 06 : Etude de l'aspect macroscopique :

<i>Numéro</i>	<i>Type</i>	<i>Couleur</i>	<i>Bordure</i>	<i>Couleur de l'inverse</i>	<i>Sporulation (10<sup>6</sup>)</i>
1	1	1	1	8	0.52
2	1	5	1	2	0.57
3	5	1	3	8	0.27
4	1	2	4	6	0.43
5	1	2	6	2	1.21
6	1	6	3	2	0.26
7	1	3	5	7	0.95
8	5	2	1	6	0.24
9	1	5	3	3	0.15
10	1	1	2	3	0.11
11	5	6	1	3	0.3
12	3	1	5	8	2.03
13	5	2	3	3	0.66
14	1	2	4	2	0.25
15	1	6	4	9	1.23
16	6	1	4	8	0.65
17	1	6	3	2	0.58
18	3	7	1	5	0.37
19	6	5	1	2	0.37
20	6	2	2	4	1.38
21	5	2	3	8	0.25
22	5	2	5	5	0.6
23	3	5	5	2	0.54
24	2	6	4	2	0.85
25	1	2	4	6	0.17
26	3	9	4	4	0.18
27	1	2	9	2	0.91
28	2	6	3	2	0.23
29	5	6	1	4	0.21
30	4	6	3	6	0.44
31	3	2	3	3	0.74
32	1	6	3	4	2.27

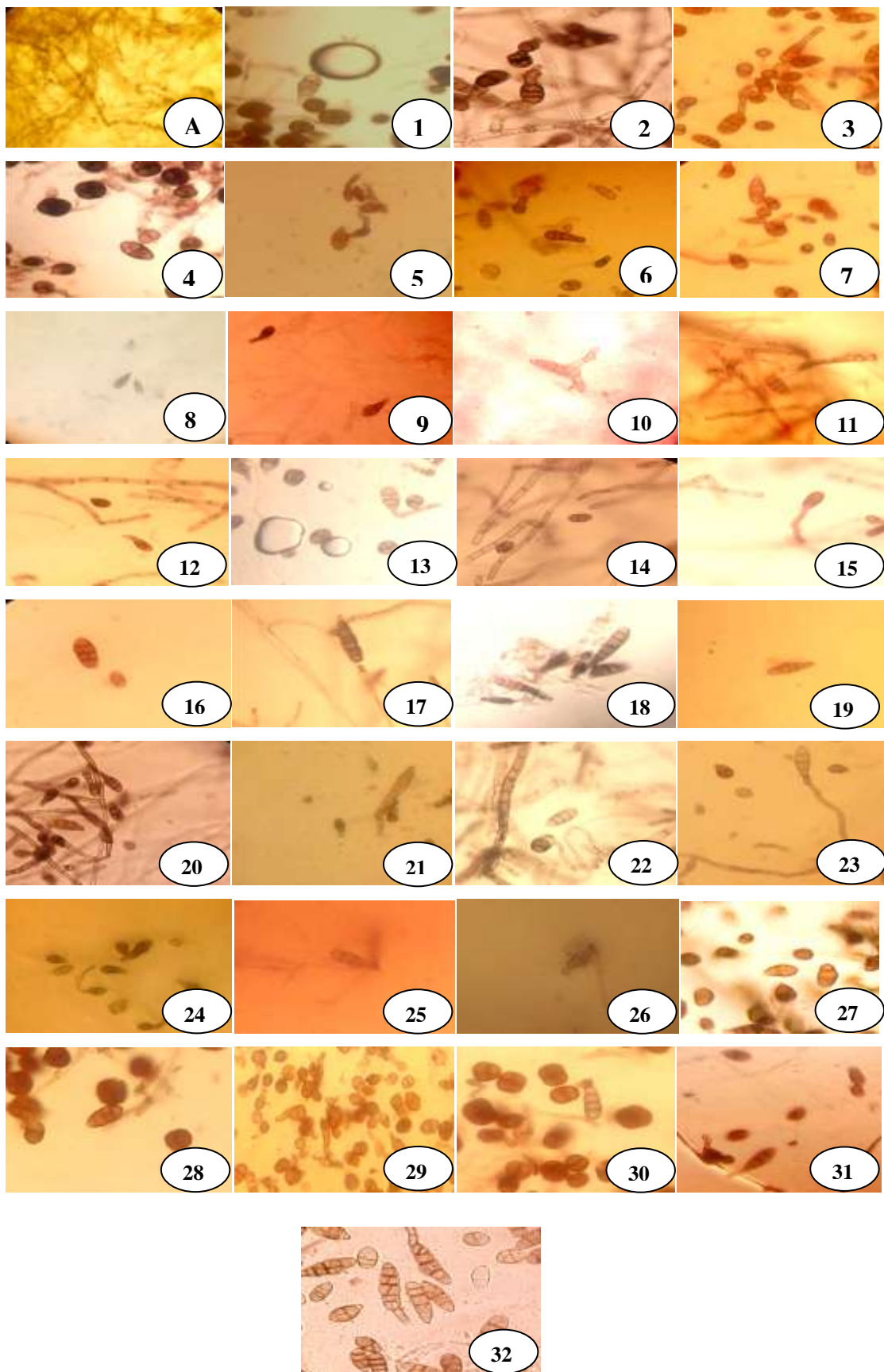


**Figure 19:** Observation macroscopique de la croissance mycélienne des isolats de *Alternaria* sp (Original, 2019).

(r : recto ; v : verso).

### II.1.2. Examen microscopique des conidies

L'identification est basée sur les caractéristiques morphologiques des hyphes et des organes de reproduction asexuée. Les conidies varient d'obryiforme à ovale ou obclavées, de couleur jaunâtre à brune foncé, le mycélium est septé de couleur vert clair. Elles sont reprises dans la figure suivante :



**Figure 20 :** Observation microscopique des isolats de *Alternaria sp* (Original, 2019).  
 (A : mycélien ; du 1, 32 isolats de *Alternaria sp*)

### II.1.3. Taille des conidies

La taille des conidies de l'espèce *Alternaria sp* varie entre [15,6-23,4]x [18,2-49,4]µm pour la longueur et [7,8-13]x [7,8-20,8]µm pour le largeur.

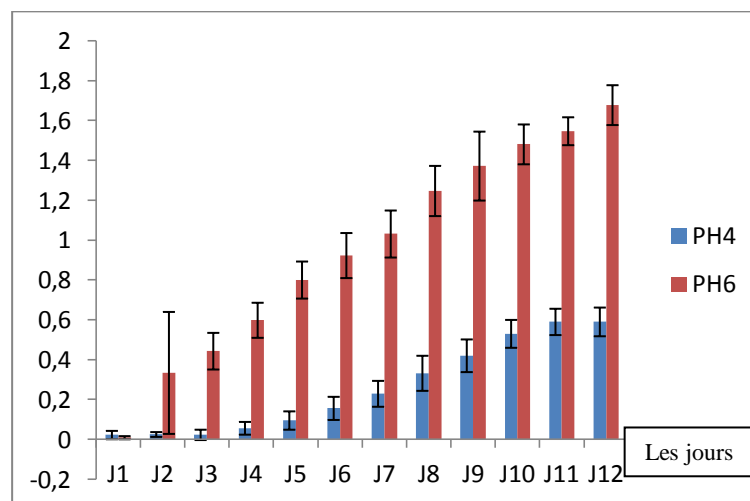
La longueur maximale est observée chez l'isolat 14, la longueur minimale chez isolat 3, la largeur maximale est observée chez l'isolat 28 et la largeur minimale pour l'isolat 32.

## I I.2. Influence du pH

### II.2.1. La croissance mycélienne

Les résultats obtenus de ce test sont représentés sur la figure 21. Ces derniers montrent que nos isolats ont montré une croissance mycélienne remarquable dans la gamme de pH testé (6). et il n'y a pas de croissance avec un pH4.

L'analyse de variance de l'ensemble des résultats a montré que la croissance mycélienne diffère significativement entre les trent-deux isolats et d'un niveau de pH à l'autre. D'après cette figure, on remarque que l'*Alternaria sp* se développe avec une meilleure croissance mycélienne sur le milieu de culture à pH 6. Pailleurs la croissance est moins importante et ralentie dans le milieu acide à pH 4. (La croissance mycélienne par cm).

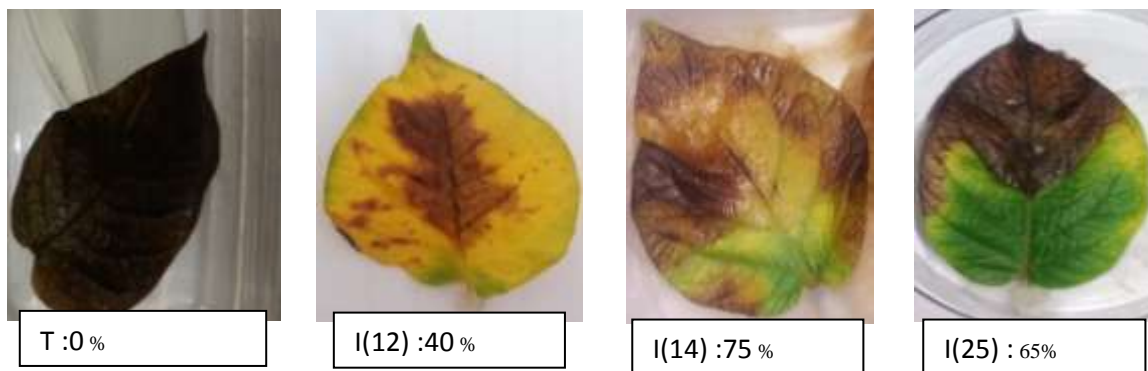


**Figure 21:** Moyenne de la croissance mycélienne de pH 4 et 6.

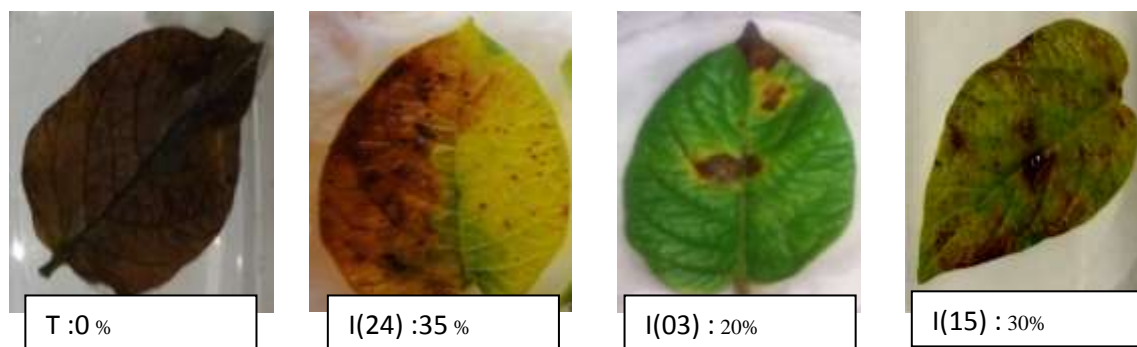
On remarque que la moyenne de sporulation est influencée d'une manière remarquable par les étages du pH, cette dernière suit la croissance mycélienne, avec un optimum de sporulation enregistré à pH 6, soit  $2,11 \times 10^6$  spores / ml, contrairement au milieu acide à pH 4 :  $0,1 \times 10^6$  spores / ml. (Voir annexe7)

### II.3. Test du pouvoir pathogène

Les observations relatives au test de pathogénicité du champignon ont révélé l'apparition des symptômes (des nécroses brunes avec des halos) à partir du 2 et 3<sup>ème</sup> jour de l'inoculation sur les deux variétés de pomme de terre Spunta et Bartina.



**Figure 22:** Résultats obtenus de test pathogénicité sur les variétés Spunta(Original, 2019).

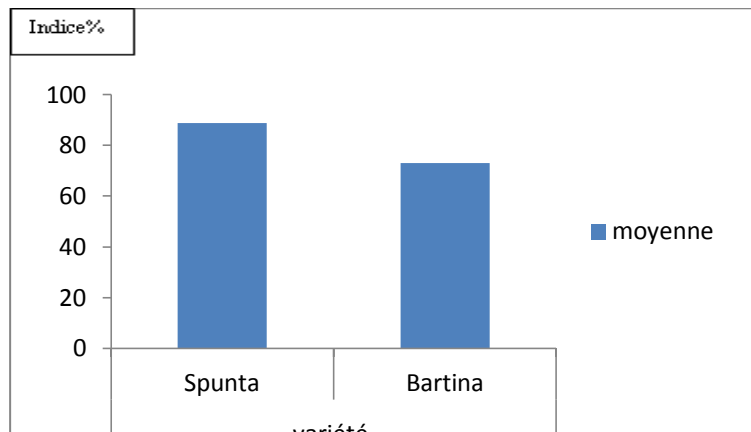


**Figure 23:** Résultats obtenus de test pathogénicité sur les variétés Bartina. (Original, 2019).

**II.3.1. indice de la maladie**

Dans la figure 22 il ya une différence entre la moyenne de l'indice de la maladie sur les variétés Spunta et Bartina.

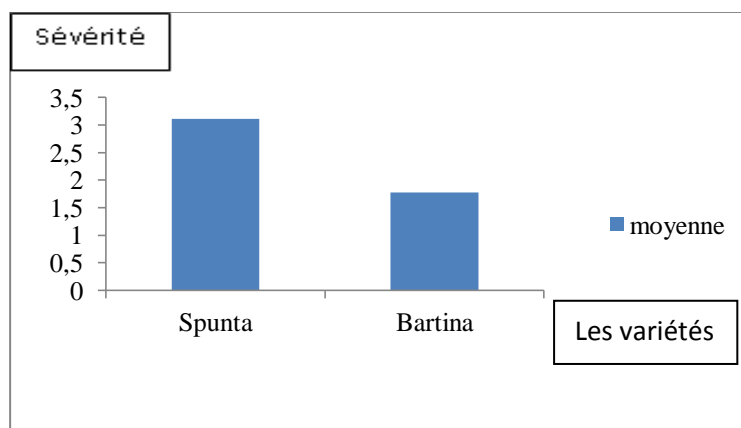
On remarque que l'apparition de la maladie chez la variété Spunta au 1<sup>er</sup> jour, alors que sur la variété Bartina les symptômes apparurent au 3<sup>ème</sup> jour. On déduit que la variété Spunta est plus sensible que la variété Bartina.



**Figure 24 :** Moyenne de l'indice de la maladie.

**II.3.2. La sévérité de la maladie :**

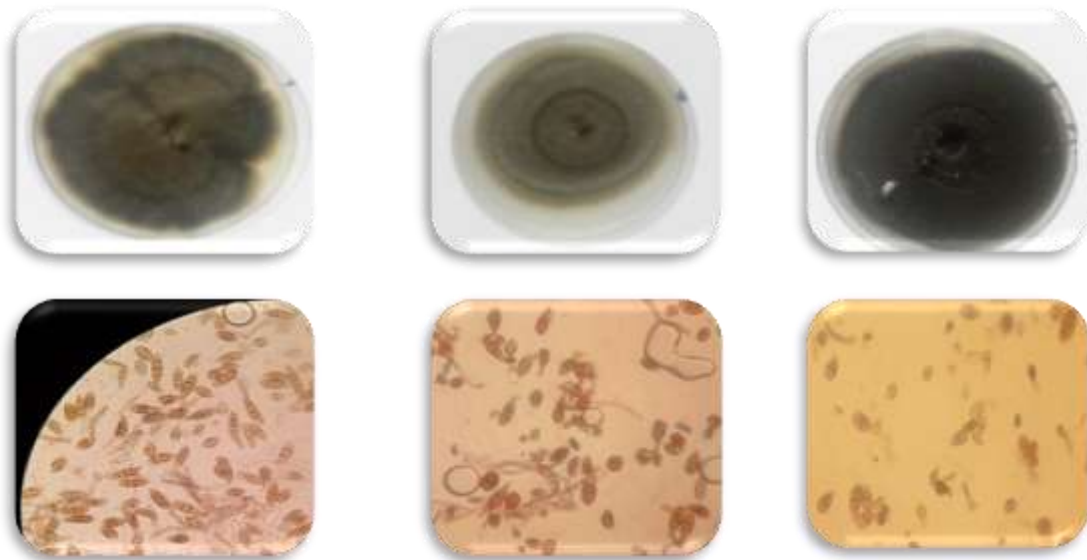
Selon cette figure la sévérité de la maladie est très élevée chez la variété Spunta par rapport à la variété Bartina. Donc la variété Bartina résistante. (Voir tableau 05).



**Figure 25 :** Moyenne de la sévérité de la maladie.

### II.3.3. Ré- isolement du parasite

Le ré-isolement à partir des feuilles des différentes plantes de pomme de terre (variétés Spunta et Bartina) présentant des symptômes de alternariose et la comparaison entre l'aspect macroscopique du champignon à partir duquel l'inoculum a été préparé et le champignon obtenu après le ré-isolement a révélé qu'il s'agit bien du champignon *Alternaria sp* en question, ce que confirme le postulat de Koch.



**Figure 26** : Ré-isolement de l'agent pathogène *Alternaria sp* (Original, 2019).

## II. Discussion

L'étude de la morphologie du thalle et sa pigmentation de *Alternaria sp.*, a travers les résultats obtenus montre une variabilité nette entre les caractères macroscopiques et microscopiques des isolats. La couleur des conidies varie du claire au foncé à une teinte olivâtre verdâtre à brune ou grisâtre. La majorité des colonies ont un aspect duveteux ou cotonneux, de légères variations de la croissance mycélienne avec des bordures régulières ou irrégulières, avec ou sans zones concentriques, et une couleur grise à brune et verdâtre clairement visible à partir de la face inférieure des colonies. Ces observations sont en accord avec celles de **pusz et al. (2009)** qui avait rapporté que la couleur des colonies de *Alternaria Alternata* varie du gris clair au gris foncé. De même, **Rai et kumari et al. (2009)** ont observé différents isolats de *A. Alternata*, les colonies avaient une texture cotonneuse à compacte et dense avec couleur clair à noir foncé.

La taille moyenne des conidies des isolats et de (15,92 à 33,88) x (7,47 à 14,70) les mêmes mesures étaient signalés par **(Xia et Tain, 2008, in Bessadat nabahat, 2014)** chez l'*A.alternata* (16,5 à 56,5) x (6,5 à 14,5) qui sont des espèces appartenant à la section *alternata*.

Les résultats de l'étude de l'influence des facteurs abiotiques tel que le pH nous ont permis d'identifier les conditions optimales pour une bonne croissance mycélienne et de sporulation. La connaissance de ces facteurs peut être utilisée comme un moyen de prévention contre la maladie du brûlure alternarienne.

En modifiant l'un de ces facteurs, on devrait mettre le parasite dans des conditions défavorables à son développement **(Mandjar, 2015)**. Chez certains champignons phytopathogène, le pH est important car il est considéré comme un des facteurs principaux qui détermine l'agressivité des maladies **(Lemanceau et al. 1989)**.

L'impact du pH du milieu sur la croissance mycélienne et la sporulation des trent-deux souches étudié dans une gamme de pH allant de 4 à 6 corroborent les observations de **Madan et Thind (1998)** qui montrent que généralement, la croissance des champignons est favorisée par un pH neutre ou légèrement acide.

Le test de pathogénicité réalisé à travers des pourcentages élevés de nécrose presque similaire par la majorité des isolats. Ces mêmes résultats confirment ceux de **Droby et al ; (1984)** et **Mirkarimi et al ; (2013)**, qui indiquent que *A.alternata* constitue l'agent causal des

taches brunes sur le feuillage de pomme de terre. En outre, l'espèce *Alternata* produit des toxines spécifiques (THS) qui sont des facteurs de virulences essentiels déterminant leur gamme d'hôtes (**Nutsugah et al ; 1994 ; Kohmoto et al ; 1995**).

Les infections causées par la majorité des isolats apparaissent très rapidement sur la variété Spunta ces résultats similaires sont rapportés par **Hammi,(2003)** par contre la variété Bartina a montré un léger retard dans l'appariation des symptômes.

La variété Spunta est connue comme étant une variété très sensible (**Bouzned, 2013**) ; nous remarquons que la variété Bartina est plus résistante.

Nous résultats doivent être poursuivi au laboratoire et plein champ en utilisant, autres variétés et d'autre isolats pour mieux comprendre la résistance de la pomme de terre à l'égard de *Alternari sp* et la dynamique d'évolution des races du pathogène.

# *Conclusion*

### Conclusion

Cette étude consistait à caractériser des isolats du champignon de l'espèce *Alternaria sp.* Agent causal de l'alternariose de la pomme de terre. Cette caractérisation était basée sur les aspects morphologiques et culturales ainsi que le pouvoir pathogène de *Alternaria sp.* Les aspects culturaux se basent sur la couleur de la colonie, le type du mycélium, la croissance mycélienne et la sporulation, les aspects morphologiques se basent sur la forme des conidies, tandis que l'aspect pathogénique se base sur l'étude du pouvoir pathogène à travers l'inoculation artificielle des feuilles détachées de pomme de terre de deux variétés Bartina et Spunta.

La caractérisation morphologique et culturelle a montré un spectre large au niveau de la couleur des colonies et l'aspect du mycélium. La sporulation a présenté une variabilité entre 0,11 et  $0,6 \times 10^6$  spores/ml selon le pH. La croissance mycélienne était également variable selon la souche et le pH.

Le test du pouvoir pathogène a révélé l'agressivité très grande de l'agent pathogène sur les deux variétés testées. La variété Spunta a montré une sensibilité totale vis-à-vis des souches de *Alternaria*, tandis que la variété Bartina était tolérante.

Cette étude a révélé des résultats prometteurs pour mieux maîtriser la maladie d'alternariose de pomme de terre. Les données morphologiques et culturales sont importantes pour connaître les conditions de développement de cet agent pathogène, et les données pathogéniques sont importantes pour mieux comprendre l'agressivité et la sévérité de l'Alternariose. D'après les résultats obtenus, la variété Spunta était très sensible tandis que la variété Bartina a révélé une tolérance vis-à-vis de l'*Alternaria*. Cette tolérance peut être prise en compte dans le plus large sur terrain par les agriculteurs par le conseil et la vulgarisation agricole.

Choix des variétés de pomme de terre à utiliser ce constat n'est pas définitif, car dépendant d'une ou plusieurs confirmation par des expériences complémentaires.

*Références*  
*Bibliographiques*

- **Abd el Monaim Hassen., 1999** : Production de pomme de terre. Maison. Arabe de l'édition et la distribution. 446 p (en arabe).
- **Abd Esslem F., 1990** : Contribution a l'étude de trois amendements organique (fumier de fermes, fientes de volailles, compost urbain).
- **Acry WG, 1991**: The Solanaceae since 1976, with a review of its biogeography. In: Solanaceae III: taxonomy, chemistry, evolution, columbia, 25-30 1988. Hawkes jG, Lester RN, Nee M, Estrada R (Eds.) Royal Botanic Gardens for the Linnean Society of London, Kew, U .K pp 75-137.
- **Agricoles 321p. Agronomie Tropicale" Volume 39, N°4 : 358-368 pp.**
- **alternate** isolated from seeds of *Amarantus*. *Phytopathologia*. 54: 5-14
- **André Chassot, 2016** : Le point sur L'alternariose de la pomme de terre
- **Anonyme, 1981**: Larousse agricole. Librairie Larousse p 874. 1207p.
- **Anonyme., 1993** : Fiches techniques de pomme de terre. Recueil des fiche technique. Août. I.T.D.A.S. Biskra.
- **Aronde de Hayes Et Traore G., 1990** : Culture maraîchère en Zone
- **Bamouh A., 1999** : Technique de production de la pomme de Terre au Maroc.
- **Benouis H. Derradji K., 2015** : l'impact des prix semences de la pomme de terre sur le prix de vente : Cas de la Wilaya de Tiaret. Thèse Master 2« Agricultures méditerranéennes », Université Ibn Khaldoun, Tiaret.
- **Bernard LH., 1999** : production végétales grandes cultures 2eme édition synthèse
- **Bessadat,N.(2014)** isolement, identification, et caractérisation des *alternaria.sp* responsable de la détérioration des plantes maraichères par des systèmes enzymatiques et moléculaires.15p.
- **Bissati., 1996** : Optimisation de la cryoconservation d'apex de *Solanum phureja* par enrobage-déshydratation, en présence de saccharose. Etude sur l'effet de différentes substances cryoprotectrices. Thèse de Doctorat de l'Université de Rennes 1. France. 107p.
- **Boedo, C., Benichou, S., Berryer, R., Bersihand, S., Dongo, A. Simoneau, P. Lecomte, M., Briard , M., le Clerc, MV., Poupard, P.2012.** Evaluatn aggressivences and host ranges of *Alternaria dauci* in a controled envirenment. *Plant pathology*. 61 : 63-75.

- **Boisson, C. Lahlou, H.1983.** Etudes de polymorphismes intra clonalche verticilium albo-atrum forme à varier chez les vivants morphologiques vol.61(12) pp 3536-3542
- **Booth, C.1971.** The genus Fusarium. Comen welth technological institut, Kew, Surrey, England, 237p
- **Boufares K., 2012 :** Comportement de trois variétés de pommes de terre (Spunta, Désirée et Chu bak) entre deux milieux de culture substrat et hydroponique, Thèse Magistère en Agronomie « Amélioration de la production végétale et biodiversité », Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen. P3, P5-6, P8, P10, P12.
- **Boumilk, 1995:** Systématique des spermaphytes. Edition Office des Publications Universitaire. Ben Aknoun. (Alger) p80.
- **Bouznad Z., 2013 :** évaluation de la résistance de la pomme de terre à l'égard de phytophthora infestans (mont) de Barri agent de mildiou.
- **Bruyer J., 2008-** *Les maladies de la pomme de terre.* Ed. Fredon Nord Pas-de Calais, 67p.
- **Carah asbl, 2006 :** Produits phytosanitaires agréés en pommes de terre.
- **CHAumeton H., Jutier S., Fragnaud C., 2006.** *La culture des pommes de terre.* 93 p.
- **Christine, J, 2000.** Maladies, insectes nuisibles et utiles de la pomme de terre. Edition IRDA sainte-foy Québec. Page 16.  
Corporation, New Delhi, India
- **Danan Sarah., 2009.** Diversité structurale des locus de résistance à phytophthora infestans chez la pomme de terre et synténie chez les solanacées.
- **Daoud .H et Doudou .O ,2017 :** Etude comparative de 14 variétés de pomme de terre (*Solanum tuberosum L.*) dans la région de Mostaganem, université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, p23.
- **Droby, S. Prusky, D. Dinooor, A. Barkal-Golan, R. 1984:** *Alternaria alternata*, a new pathogène on stored potatoes, plant Dis.86:160-161.
- **DSA, 2019 :** Division des statistiques de l'agriculture ; Données Statistiques sur la culture, programme de consommation et situation de stockage de pomme de terre dans la Wilaya de Mostaganem.

- **Ellisseche D, 1996** : Aspects physiologiques de la croissance *in* la pomme de terre, Éditions INRA Paris 71-121 pp.
- **FAOSTAT, 2015** : statistique de la FAO.
- **Fenghour O., 2000** : Contribution à l'étude de la fertilisation minérale (N.P.K) de la pomme de terre, Thèse Magister, INA, Batna, 130 p.
- **Fries, E M. 1832**. *systema mycologism*. E Moritz, Greifswald. vol.3 :261-524.
- **Grogan, RG. Kimble, KA. Misaghi, I. 2000**. Astem canker disease of tomato caused by *Alternaria alternata* f.sp. lycopersici. *Phytopathology*. 65 :880-886.
- **Grogan, RG. 1975**. Astem canker disease of tomato caused by *alternaria alternata* f.sp.lycopersici. *phytopathology*.65:880-886.
- **Gry Laure, 1993**. Pomme de terre, le jardinier choisit la qualité. *Fil semences et progrès*, N°74: 21-37 pp.
- **Hammi, A., 2003** : caractérisation de populations de phytophthora infestas de Bari dans la région de Sais. Thèse de doctorat. Université de Mohammed ibn Abdallah, FES, Maroc 272p.
- **Issa ADAMOU, 2011**. CARACTERISATION DES SOUCHES LOCALES DE *RALSTONIA SOLANACEARUM* (E. F. SMITH) YABUUCHI *et al.* ET EVALUATION DU COMPORTEMENT DE SIX VARIETES DE POMME DE TERRE (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) FACE A LA SOUCHE RS-09-76, AU NIGER.23p.
- **James, WC. 1974** : Assesment of plant disease and losses. *Ann. Rev. Phtopathol*. 12 : 27-48.
- **John Kerr. (2014)** Guide de la CEE-ONU sur les maladies, parasites et défauts des plants de pomme de terre ; 13p.
- **Joly, p. 1964**. le genre *Alternaria*. *Encyclopédie Mycologique*, Ed. J.P. Lechevalier. Paris.250pp.
- **Keissl, 1912**. Alternariose des taches foliaires.
- **Keissler, K.von, 1912** : Zur Kenntnis der Pilzflora Krains. *Beih. Bot.centralbl*. Alternariose des taches foliaires. P : 29, 395,440.
- **Kempen P. Van, P. Le Corre et P. Bedin, 1996** : Phytotechnie, *in* la pomme de terre Éditions INRA Paris, 363-413 pp.
- **Kleinkopf G.E., 1983**: Potato in crop-Water relation. TEARE ID: 287-305p.

- **Larousse agricole, 2002** : Larousse Agricole. Ed. Larousse, Paris, 498-501p.
- **Madan, M. Thind, KS. 1998.** Physiology of fungi. A.P.H. Publishing
- **MADEC et PERENNEC. (1962).** Les relations entre l'induction de la tubérisation et la croissance chez la pomme de terre. Ann. Physio. Veg .05-83p.
- **MADEC P. (1966).** Croissance et tubérisation de la pomme de terre. Ed Bull. Soc. Fr.Physio. Veg. (12), PP.159- 173.
- **MADR ,2010** : Statistiques du Ministère de l'agriculture du développement rural.
- **Mandjar I, 2015** : Etude de l'influence de quelques facteurs abiotiques sur le comportement « in vitro » de *fusarium Fsp. radicis –lycopersici*. Mémoire Master université Mostaganem .60p.
- **MirKarimi, HR. Abasi-moghadam, A Maozafari, J.2003.** *In vitro* and greenhouse evaluation for resistance to early blight of potato isolated from *alternaria alternata*. Agricultural sciences 4:473-476.
- **Moule C., 1972** : Plantes sarclées et déverses, J-B, Bélière et Fils, Paris, 246 P.
- **Nees, vonEsenbeck, GG.1817.**system der Pilze Urid Sechwamme, wurzburg.234pp.
- **Nutsugah, SK. Kohmoto, K. Otani, H. kodoma, M. SunKeswari, RR.1994.** Production of a hostspecific toxin by germinating spores of *Alternaria tenuissima* causing leaf spot of pigeon pea. J. Phytopathol. 140: 19-30.
- **Osiru,M, 2008.** Distribution, variability and pathogenicity of *Alternaria* leaf petiole and stem blight disease of sweetpotato in Uganda. PhD. Thesis. Makerere. University, Kampala.33-61.
- **Patterson, C. L.1991.** Importance of chlamydospores as primary inoculum for *Alternaria solani*, incitant of collar rot and early blight of tomato. plant Disease, 75: 274-278.
- **PDT, 2006** : **Maladies et ravageurs de pomme de terre.**
- **Perennec P et Madec P., 1980** : Age physiologique du plant de pomme de terre. Incidence sur la germination et répercussion sur le comportement des plantes. Potato Res., 23,183-199.
- **Pusz, W. 2009.** Morpho-physiological and molecular analyse of *Alternaria*

- **Quere B. (2000)** : Comportement de nouvelles variétés de pomme de terre à la réunion Mémoire ENITA Clerrnont-Ferand, 39 p.
- **RAP Pomme de terre, 29 juin 2017** : Bulletin d'information N° 2, page 3.
- **Rappily F.1969**.Techniques de mycologie en pathologie végétales. Ann epiphyties ; 102p.
- **Si Mohammed Abdeslam, 2012** : Etude de la compatibilité végétative chez des populations de Fusarium oxysporum isolés dans le ouest de Algérien.
- **Simmons, EG. 1967**. Typification of *Alternaria*, *Stemphylium* and *Ulocladium*. Mycologia. 59: 67-92.
- **Simmons, G.G. (1993)**. Alternaria themes and variation (63-72). Mycotaxon 48, 109-140.
- **Soltner., 1979** : Les grandes productions végétales Phytotechnie spéciale. 10<sup>ème</sup> édition. 427 p.  
Soudano-Sahélienne : Recueil de fiches techniques, CIRAD-IRAT-INERA, 79 p.
- **Spire D. et P Rousselle., 1996** : Origine socio-historique In la pomme de terre, Éditions INRA Paris, 25-46 p.
- **Vreugdenhil D, al.2007**. *Potato biology and biotechnology*. 857 p 220 252
- **Wiltshire, SP.1933**. The foundation species of *Alternaria* and *Microsporium*.Trans.Brit. Mycol.Soc.18:135-160.yield and specific gravity. *Am Potato J* 71:417-432.
- **Xia, S. Tian-Yu, Z. 2008**. Morphological and molecular characterization of *alternaria* isolates on fruits of *pyrus bretschneideri* Rechd. “Ya Li”. *Mycosystema*. 27(1): 105-117.

# *Annexe*

**Annexe 01**

Protocole utilisé pour la préparation du milieu de culture pour la croissance des champignons :

- 200g de pomme de terre.
- 20g de glucose.
- 20g d'agar-agar.
- 1l d'eau distillée.

**Annexe 02**

Protocole utilisé pour la préparation de la coloration de bleu de coton:

Bleu de méthyle (= bleu coton C4B) .... 0,5 g

Eau bi distillée ..... 20 ml

Acide lactique .....20 g

Glycérin..... 40 g

Phénol ..... 20 g

**Annexe 03**

Semence de pomme de terre : *E Solanum tuberosum*.



**Annexe 04**

Les chiffres des isolats:

<b>Numéro des boîtes</b>	<b>Isolats <i>Alternaria sp</i></b>
1	1
2	3
3	5
4	5. (1)
5	5(v).2
6	6
7	6(1)
8	8(3).1
9	8(3).2
10	15B(1).2
11	15B(1).4
12	15N(4).2
13	15N(4).3
14	17(3).1
15	17(4).1
16	22(4)
17	23(3).2
18	23(4).4
19	27(4)
20	37(3).4
21	44(3)
22	44(4).1
23	46(3).3
24	46(4).1
25	48(4).2
26	53(3).1
27	72(3).1
28	74(2)

29	74(4).3
30	78(3)
31	80(3).1
32	80(4)

**Annexe 05**

La taille des conidies

Les boîtes	Largeur (µm)	Longueur (µm)	Bec (µm)
1	[13 à 33.8 [	[7.8 à 15.6 [	[0 à 8[
2	[13 à 31.2 [	[7.8 à 15.6 [	[0 à 8[
3	[15 à 23.4 [	[10.4 à 15.6 [	[0 à 5[
4	[13 à 31.2 [	[7.8 à 15.6 [	[0 à 26[
5	[13 à 28.6 [	[5.2 à 10.4 [	[3 à 8[
6	[15.6 à 26[	[7.8 à 13[	[0 à 10[
7	[15.6 à 31.2 [	[7.8 à 13[	[0 à 10[
8	[13 à 44.2 [	[7.8 à 15.6 [	[0 à 18[
9	[20.8 à 36.4 [	[7.8 à 15.6 [	[3 à 10[
10	[15.6 à 39[	[5.2 à 15.6 [	[0 à 13[
11	[15.6 à 46.8 [	[7.8 à 20.8 [	[0 à 18[
12	[15.6 à 31.2 [	[7.8 à 13[	[0 à 8[
13	[13 à 23.4 [	[7.8 à 13[	[0 à 5[
14	[18.2 à 49.4 [	[7.8 à 15.6 [	[0 à 18[
15	[18.2 à 39[	[10.4 à 15.6 [	[0 à 8[
16	[20.8 à 28.6 [	[10.4 à 15.6 [	[0 à 26[
17	[15.6 à 33.8[	[7.8 à 13[	[0 à 8[
18	[20.8 à 39[	[7.8 à 13[	[3 à 8[
19	[18.2 à 33.8 [	[5.2 à 13[	[0 à 16[
20	[15.6 à 33.8 [	[7.8 à 13[	[0 à 13[
21	[15.6 à 33.8 [	[7.8 à 15.6 [	[0 à 8[
22	[15.6 à 33.8 [	[7.8 à 13[	[0 à 13[
23	[13 à 31.2 [	[5.2 à 15.6 [	[0 à 13[
24	[10.4 à 26[	[5.2 à 15.6 [	[3 à 8[

<b>25</b>	[15.6 à 46.8 [	[5.2 à 15.6 [	[0 à 10[
<b>26</b>	[18.2 à 36.4 [	[7.8 à 15.6 [	[0 à 16[
<b>27</b>	[18.2 à 39[	[5.2 à 13[	[0 à 8[
<b>28</b>	[15.6 à 36.4 [	[7.8 à 20.8 [	[0 à 10[
<b>29</b>	[20.8 à 36.4 [	[7.8 à 18.2 [	[0 à 8[
<b>30</b>	[15.6 à 31.2 [	[7.8 à 13[	[0 à 8[
<b>31</b>	[15.6 à 23.4 [	[7.8 à 10.4 [	[0 à 8[
<b>32</b>	[15.6 à 26[	[7.8 à 13[	[3 à 8[

### Annexe 06

Moyenne de croissance mycélienne de trente-deux isolats.

	pH4	pH6
J1	0,022	0,00875
J2	0,025	0,334
J3	0,023	0,443
J4	0,056	0,598
J5	0,095	0,8
J6	0,156	0,923
J7	0,229	1,031
J8	0,332	1,247
J9	0,42	1,372
J10	0,53	1,481
J11	0,59	1,547
J12	0,59	1,678

## Annexe 07

Influence du pH sur la sporulation (spores  $\times 10^6$  / ml) des 32 isolats de *Alternaria sp.*

isolats	PH 4	PH 6
1	0,03	0.22
2	0,02	0.4
3	0,1	0.22
4	0,05	0.34
5	0,05	1.14
6	0,05	0.2
7	0,02	0.65
8	0,01	0.16
9	0,03	0.11
10	0,03	0.07
11	0,01	0.21
12	0,05	1.66
13	0,07	0.55
14	0,07	0.3
15	0,06	1.21
16	0,01	0.51
17	0,05	0.41
18	0,04	0.29
19	0,03	0.11
20	0,01	1.14
21	0,03	0.32
22	0,05	0.29
23	0,04	0.4
24	0,02	0.67
25	0,04	0.21
26	0,02	0.2
27	0,01	0.13
28	0,06	0.16
29	0,07	0.15
30	0,02	0.23
31	0,03	0.6
32	0,06	2.11

**Annexe 08**

Indice de la maladie :

<b>Isolats</b>	<b>Indice des maladies (%)</b>	
	<b>Spunta</b>	<b>Bartina</b>
<b>2</b>	100	100
<b>3</b>	66,66	33,33
<b>4</b>	100	100
<b>6</b>	100	33,33
<b>9</b>	100	100
<b>12</b>	100	33,33
<b>13</b>	100	100
<b>14</b>	100	33,33
<b>15</b>	100	66,66
<b>16</b>	33,33	66,66
<b>19</b>	100	66,66
<b>20</b>	100	66,66
<b>21</b>	66,66	66,66
<b>24</b>	100	100
<b>25</b>	100	100
<b>26</b>	100	66,66
<b>27</b>	100	100
<b>29</b>	100	100
<b>31</b>	100	100
<b>32</b>	100	100
<b>témoin</b>	0	0
<b>moyenne</b>	88,8880952	73,0133333

**Annexe 09**

Sévérité de la maladie :

Isolats	Sévérité %	
	Spunta	Bartina
2	3	2,66
3	2,33	0,67
4	3,66	2,33
6	2,33	0,33
9	4	2,33
12	2,66	0,66
13	3	2
14	3,66	0,33
15	4	1,33
16	0,66	1,33
19	3,33	0,66
20	3,33	2,33
21	2,66	1,66
24	3,66	2,66
25	3,33	2,66
26	3	2
27	3	3,66
29	4	3
31	2,66	1
32	4	2
moyenne	3,1135	1,78