

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
Ministère de l'Enseignement Supérieure  
Et de la Recherche Scientifique  
Université de Jijel  
Faculté des sciences

052

MB.06.2003

## Mémoire

01  
02

En vue d'obtention du diplôme d'études  
Supérieures en biologie

Option : Microbiologie



# THEME

**ESSAI DE QUELQUES TRAITEMENTS FONGICIDES  
SUR LE MILDIU DE LA POMME DE TERRE**  
*Phytophthora infestans*

Les membres de jury :

Président : BOUDJEDRI Mouhamed

Examineur : BENABDELKADER Messaouda

Encadreur : ROUIBAH Moad

réalisé par :

- AMIEUR Lynda

-ARROUDJ Samia

- KENIOUA Assia

Promotion 2003



## *Remerciements*

*La louange à dieu seul qui nous a accordé cette compréhension et c'est grâce à dieu que nous avons pu réaliser ce mémoire.*

*Nous tenons à exprimer nos plus sincères remerciements à notre promoteur Monsieur ROUIBAH MOAD d'avoir proposé et dirigé ce travail, nous tenons également à lui exprimé notre profonde gratitude pour les conseils qu'il n'a cesse de nous prodiguer pour la réalisation de ce mémoire.*

*Nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont aidé et donnés la main d'assistance en particulier : M. BOUSSOUF Nabil, et M. MASTAR Riad pour leurs précieux conseils.*

*Toute l'équipe du laboratoire de microbiologie de Jijel pour l'accueil et le soutien moral.*

*LYNDA, SAMIA, ASSIA*

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>01</b>
<b>ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
<b>Chapitre I : La pomme de terre .....</b>	<b>03</b>
<b>I.1. Généralités .....</b>	<b>03</b>
I.1.1. Historique.....	03
I.1.2. Description botanique.....	03
I.1.3. Valeur nutritive. ....	04
I.1.4. Composition chimique.....	04
<b>I.2. Importance culinaire et industriel de la pomme de terre .....</b>	<b>05</b>
<b>I.3. Types de culture et variétés cultivées en Algérie .....</b>	<b>06</b>
I.3.1. Les types de cultures.....	06
I.3.1.1. La culture d'hiver.....	06
I.3.1.2. La culture de printemps.....	07
I.3.1.3. La culture d'été.....	07
I.3.2. Les principales variétés cultivées en Algérie. ....	07
<b>I.4. Exigences écologique de la pomme de terre .....</b>	<b>08</b>
I.4.1. Exigences climatiques.....	08
I.4.1.1. Temperature.....	08
I.4.1.2. Lumière.....	08
I.4.2. Exigences édaphiques.....	08
I.4.2.1. Structure et texture du sol.....	08
I.4.2.2. pH.....	08
I.4.2.3. La salinité.....	08
<b>I.5. Techniques de culture de la pomme de terre.....</b>	<b>09</b>
I.5.1. Préparation du sol.....	09
I.5.2. Fertilisation.....	09
I.5.3. Matériel végétal.....	09
I.5.4. Plantation.....	10
I.5.4.1. Préparation des tubercules.....	10
I.5.4.2. Densité de plantation.....	10
I.5.4.3. Profondeur de la plantation.....	10
I.5.5. Irrigation.....	10
<b>I.6. Récolte et conservation.....</b>	<b>11</b>
<b>I.7. Les principaux ravageurs et maladies de la pomme de terre.....</b>	<b>12</b>
I.7.1. Les Maladies.....	12
I.7.2. Les Ravageurs.....	13
<b>Chapitre II : Le Mildiou de la pomme de terre.....</b>	<b>14</b>
<b>II.1. Définition.....</b>	<b>14</b>
<b>II.2. Historique.....</b>	<b>14</b>
<b>II.3. Symptômes de la maladie. ....</b>	<b>14</b>
II.3.1. Sur végétation.....	14
II.3.2. Sur tubercules.....	18
<b>II.4. <i>Phytophthora infestans</i>.....</b>	<b>18</b>
II.4.1. Position systématique.....	18

II.4.2. Caractères morphologiques et physiologiques.....	19
<b>II.5. Conservation du champignon.....</b>	<b>20</b>
<b>II.6. Epidémiologie.....</b>	<b>20</b>
II.6.1. Dissémination.....	20
II.6.2. Contamination.....	20
II.6.3. Incubation.....	21
II.6.4. Sporulation.....	21
<b>II.7. Facteurs de développement.....</b>	<b>21</b>
II.7. 1. Facteurs cultureux.....	21
II.7.2. Facteurs climatiques.....	22
<b>II.8. Cycle biologique de <i>Phytophthora infestans</i>.....</b>	<b>22</b>
<b>II.9. La lutte contre le mildiou.....</b>	<b>26</b>
II.9.1. Les méthodes culturales.....	26
II.9.2. Utilisation des variétés résistantes.....	26
II.9.3. La lutte chimique.....	26
<b>ETUDE EXPERIMENTALE</b>	
<b>I. Matériels et méthodes.....</b>	<b>29</b>
<b>I.1. Matériel.....</b>	<b>29</b>
I.1.1. Matériel végétal.....	29
I.1.2. Milieux de cultures.....	29
I.1.3. Réactifs.....	29
I.1.4. Verrerie.....	29
I.1.5. Autre matériel.....	29
<b>I.2. Méthodes.....</b>	<b>30</b>
I.2.1. Préparation du milieu PDA.....	30
I.2.2. Préparation du matériel fongique.....	30
I.2.2.1. Isolement.....	30
I.2.2.2. Purification.....	31
I.2.3. Test de sensibilité –résistance des fongicides vis-à-vis du champignon.....	32
I.2.3.1. Traitement des milieux de cultures avec les fongicides. 32	
I.2.3.1.1. Etalement sur la surface du milieu.....	32
I.2.3.1.2. Méthode des trous.....	32
I.2.3.1.3. Mélange dans le milieu.....	32
I.2.3.1.1. Lecture.....	34
I.2.3.2. Etude de l'extraction des spores. ....	34
I.2.3.2.1. Extraction des spores.....	34
I.2.3.2.2. Filtration.....	34
I.2.3.2.3. Lecture des résultats.....	34
I.2.3.3. Etude de la germination des spores.....	35
<b>II. Résultats et discussion.....</b>	<b>36</b>
<b>II.1. Développement diamétral.....</b>	<b>37</b>
II.1.1. Résultat.....	37
II.1.2. Discussion.....	41
II.1.3. Conclusion.....	46

<b>II.2. Germination des spores.....</b>	<b>47</b>
II.2.1. Résultat.....	47
II.2.2. Discussion.....	51
II.2.3. Conclusion. ....	53
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>54</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.</b>	
<b>ANNEXE.</b>	

## **INTRODUCTION**

Certaines maladies des plantes, très anciennement connues, en particulier celles qui sont provoquées par des champignons microscopiques, ont fait l'objet d'observations et de relations souvent précises pour l'époque, mais aussi de pratiques empiriques quant aux moyens de les éviter. Et donc apparaît la science qui étudie les maladie des plantes sous le nom de phytopathologie.

Les études de phytopathologie découlent celles de phytiatrie et de phytopharmacie (AGRIOS, 1988).

Selon AGNIHOTRI et al (1989), la phytopathologie ou pathologie végétale à pour objet d'étudier les altérations, à court ou à long terme, de l'intégrité morphologique ou physiologique des plantes provoquées soit par un déséquilibre d'ordre nutritionnel soit par la présence d'un parasite pathologique. En outre elle détermine les moyens appropriés pour les éviter.

Par contre pour la phytiatrie, ces études interviennent dès que les acquisitions scientifiques concernant l'agent causal sont suffisantes : morphologie, physiologie, comportement biologique en présence de l'hôte et pendant les périodes où la fonction parasitaire se trouve interrompue (AGRIO, 1988).

Par contre d'après COOK (1992), la phytopharmacie, a pour but de rechercher des substances actives applicables aux végétaux en vue d'interdire l'installation ou d'arrêter le développement d'un parasite.

L'importance grandissante de la pathologie végétale découle des nécessité économiques et sociales lorsque, d'une façon soudaine et imprévisible, apparurent de graves maladies qui ont provoqué, plusieurs fois, l'anéantissement d'une culture essentielle et, par voie de conséquence, la famine, la misère et l'exode des populations. Certaines graves épidémies ont ainsi jalonné l'histoire de la pathologie végétale : mildiou de la pomme de terre (d'origine sud-américaine) ; black-rot (pourriture noire) originaire d'Amérique du nord et autre

oïdium, sont introduits sur le vieux continent respectivement en 1840, 1885 et 1878.

De nos jours, et malgré l'organisation des mesures de protection sanitaire, de semblables introductions sont intervenues. Tel que le Mildiou de la pomme de terre, qui vers 1840, a provoqué la mort de plusieurs dizaines de milliers d'hommes en Irlande et une émigration, qui ont fait tomber la population de ce pays de 4 à 8 millions d'âmes .Ce n'est guère que depuis la fin du siècle dernier que l'on commence à disposer des moyens nécessaires pour combattre efficacement ces fléaux (**VIENNOT et BOURGIN, 2000**).

Au cours de notre travail, nous allons étudier l'influence de certains fongicides sur *le Phytophthora infestans* agent causal du mildiou, la maladie la plus dangereuse de la pomme de terre car nous avons remarqué que depuis quelques années nos champs de pomme de terre sont l'objet d'attaque successives de la part de ce pathogène surtout sur les variétés dites de primeurs (hiver) et notamment sous un climat aussi humide que celui de la région de Jijel

Ce travail consiste à isoler dans un premier temps le champignon sur un milieu approprié, le milieu PDA (Potato-dextro-agar) en l'occurrence, et de tester dans un deuxième temps l'efficacité de certains fongicides de contacts et systémiques à même d'anéantir la prolifération de ce fléau qui a beaucoup endommagé nos champs de pomme de terre.

# **Etude Bibliographique**

## I.1. Généralités :

### I.1.1. Historique

La pomme de terre, *Solanum tuberosum*, appartient à la famille des *Solanaceae*. Elle est originaire de l'Amérique du sud. Elle a été introduite en Europe, il y a de cela plus de quatre siècles et depuis, elle s'est répandue dans le monde entier. C'est au long de la cordillère des Andes qu'elle a été cultivée en premier, plus particulièrement dans la zone appartenant aujourd'hui au Pérou, à la Bolivie et au nord du Chili (**FRANSISCO et EGIPSISANCHEZ, 1999**).

D'abord cultivée comme une curiosité, elle se répandit et ne fut admise dans l'alimentation que vers 1770 sous l'influence de certains hommes comme Antoine Augustin Parmentier, pharmacien aux armées grâce à qui les qualités de la pomme de terre sont enfin reconnues. Son importance était devenue telle qu'en Irlande, vers 1840, une attaque de mildiou affectant les cultures de pomme de terre provoque une terrible famine (**Internet 1**).

En Algérie, nous ne possédons pas d'information détaillée quand à l'introduction de la pomme de terre. La culture de la pomme de terre en Algérie remonte à 1856, et elle ne s'est développée qu'à la fin du siècle dernier.

Légume devenue de consommation courante la pomme de terre a vécu de nombreux problèmes pour être enfin cultivée un peu partout dans le monde et occupe actuellement une place importante dans l'agriculture (**Anonyme, 1978**).

### I.1.2. Description botanique

Les différentes espèces et variétés de pomme de terre ont des caractéristiques botaniques différentes. C'est pour cela qu'il est nécessaire de connaître les différentes parties de cette plante (**BULL, 1999**).

C'est une plante maraîchère qui peut atteindre jusqu'à 1m de hauteur, à port herbacé et feuilles composés, de taille moyenne, alternés et disposées en spirale, chacune est composés de 3 à 5 paires de folioles et d'une foliole terminale. Les tiges sont droites et vertes, et se prolongent sous la terre, en produisant des renflements où se forment les tubercules qui se développent à

développent à partir des bourgeons situés au niveau des yeux du tubercule. Les racines sont petites et très ramifiées.

La plante fleurit à partir du troisième mois après les semailles et donne des fleurs de couleurs blanches et parfois violettes (FRANSISCO, 1999).

### **I.1.3. Valeur nutritive**

La pomme de terre est utilisée dans de nombreux pays comme aliment complémentaire. Elle est même parvenue à remplacer des céréales traditionnelles comme le blé. Son énorme potentiel énergétique est dû à son haut contenu en fécule, c'est-à-dire en hydrates de carbone sous forme d'amidon. Dans certains lieux, on obtient des alcools forts de la distillation de pomme de terre. Cette dernière est également riche en fibres, elle contient des vitamines et des oligo-éléments comme le fer et le potassium (AUBINEAU et al, 2003).

### **I.1.4. Composition chimique**

L'amidon s'accumule notamment dans la pomme de terre. Par exemple : 100g de pomme de terre cuite à l'eau fournissent de 18 à 20g d'amidon.

Les fibres ralentissent la digestion des glucides et prolongent dans le temps leur efficacité énergétique.

Une alimentation riche en fibres permet de diminuer légèrement la prise alimentaire globale. Par exemple : une portion de 300g de pomme de terre cuite à l'eau fournit près de 5g de fibres contribuant ainsi à près de 1/6 des apports recommandés par jour chez l'adultes (soit 30g de fibres par jour).

La vitamine C est un antioxydant et favorise l'absorption du fer. La pomme de terre est un des légumes les plus riches en vitamine C. Sa teneur en vitamine C est de l'ordre de 10 à 15mg pour 100 g de pomme de terre, par exemple : une portion de 300 g de pomme de terre apporte entre 30 et 45 g de vitamine C, soit plus de 40% des apports nutritionnels conseillés (110 mg par jour).

La pomme de terre fait partie des aliments d'origine végétale riches en vitamine B1, cette vitamine joue un rôle essentiel dans la transmission nerveuse et participe à la transformation des glucides en énergie.

Parmi les oligo-éléments indispensables à l'organisme, le fer qui permet le transport de l'oxygène par les globules rouges est également présent dans la Pomme de terre.

Le potassium joue un rôle dans les réactions mettant en jeu les protéines et les glucides. Il intervient dans la contraction des cellules musculaires, par exemple : 100g de pomme de terre cuite à l'eau fournissent 300 mg de potassium (TREMOLIERE, 2000).

## **I.2. Importance culinaire et industriel de la pomme de terre**

C'est un aliment de la croissance et de l'effort qui peut être consommé par tous et à tout âge : des nourrissons dans leurs petits pots aux bébés (potages, purée) en passant par les enfants, les adolescents, les adultes qui cherchent à perdre du poids et les femmes enceintes.

Consommée nature, elle peut être cuite à la vapeur ou en robe des champs (cuites dans leurs peau). Au four, la pomme de terre accompagne tout : viande, poissons et œufs, se savoure encore chaude ou en salade et permet à toute personne de manger à sa faim.

La réalisation de purée et gratins avec lait et fromage produit des plats simples apportant tous les principes nutritifs (SABATIER, 2000).

La pomme de terre est utilisée aussi dans la transformation industrielle surtout dans la production de fécule, qui est chimiquement un amidon. Les principaux débouchés de la fécule de pomme de terre sont la papétrie et la cartonnerie, mais elle a aussi de nombreuses utilisations dans le secteur agroalimentaire, dans l'industrie chimique et pharmaceutique. La production d'éthanol biocarburant par fermentation et distillation des tubercules,

techniquement réalisable, sont encore trop coûteuses pour concurrencer les carburants traditionnels. Elle peut cependant constituer un débouché à l'avenir.

La production de plants certifiés constitue une autre forme d'utilisation de la pomme de terre. Elle est très étroitement réglementée par des normes nationales et internationales (AUBINEAU et al, 2003).

La pomme de terre est le deuxième aliment le plus consommé dans le monde, après le blé. Actuellement en Europe, 40% de la surface cultivée et 50% de la récolte mondiale reviennent à la pomme de terre. Dans les pays en voie de développement, la consommation de ce légume augmente en flèche.

Occupant la première place dans les superficies du maraîchage, la pomme de terre est l'une des cultures les plus importantes en Algérie. Elle occupe la troisième place après les céréales et les productions animales. La pomme de terre est considérée comme un légume de base en Algérie (Anonyme, 1978).

### **I.3. Types de cultures et variétés cultivées en Algérie**

#### **I.3.1. Les types de cultures**

La pomme de terre est cultivée presque pendant toute l'année exceptée une courte période allant de Mai à la fin Juin. L'Algérie avec son climat méditerranéen, par la douceur de ses température hivernales dans les zones littoral permet de réaliser trois cultures pendant une même campagne agricole : culture d'Hiver, culture de Printemps et culture d'Eté (Anonyme, 1978).

##### **I.3.1.1. Culture d'Hiver (primeur)**

D'après MOUBARKI (1987), se sont des cultures intéressantes pour l'exportation. La plantation va de septembre à janvier, la récolte de Janvier à Mai en zones littorales, et partant des basses plaines on peut les subdiviser en trios groupes :

- Culture d'extra primeurs
- Culture de primeurs
- Culture de demi primeurs

### **I.3.1.2. Culture de Printemps (de saison)**

Elle approvisionne le marché intérieur. Le seul indice recherché et le rendement élevé.

Pour les zones littorales et basses plaines ,la plantation se fait de Février à Mars, la récolte de Juillet à Août.

Pour les zones des hauts plateaux, la plantation va du 5 au 25 Avril, la récolte s'effectue en Juillet – Août (**MOUBARKI ,1987**).

### **I.3.1.3. Culture d'Eté (arrière saison) :**

La plantation va du 15 Juin à Juillet, la récolte s'effectue en novembre pour les zones des hauts plateaux,alors que pour les zones littorales et basses plaines la plantation se fait en Août, la récolte est réalisé en novembre-décembre (**MOUBARKI, 1987**).

### **I.3.2. Les principales variétés de la pomme de terre cultivées en Algérie:**

Il existe environ 29 variétés inscrites en Algérie .Ces variétés évoluent en fonction des expérimentations visant à obtenir de nouvelles variétés à bon rendement et bonne précocité. Les plus répandues sont : la Désirée, l'Urgenta, l'Ostara, la Maryke et la Seintje

- **Les variétés d'Hiver (primeurs) :** Seintje, Claudia, Roseval, Désirée, Kerlondy, Ostara, urgenta et Etoile de lion.

- **Les variétés de Printemps (saison) :** pour les bases pleines et littorales: Désirée, Urgenta, Claudia, Seintje, Kerlondy, Roséval, Fumor, Ostara. Pour les hautes plateaux : Seintje, Kerlondy, Claudia, Ostara, Urgenta...

- **Les variétés d'Eté (arrière saison) :** Seintje, Kerlondy, Claudia, Ostara, Urgenta... (**MOUBARKI, 1987**).

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

### **I.4.1. Exigences climatiques :**

#### **I.4.1.1. Température :**

Elle influence beaucoup le type de croissance. Les hautes températures (entre 30 et 45°C) stimulent la croissance des tiges, par contre les basses températures (entre 10 et 15°C) favorisent d'avantage la croissance du tubercule. En outre, une température du sol supérieure à 25°C est défavorable à la tubérisation (BULL, 1999).

#### **I.4.1.2. Lumière :**

La croissance végétative de pomme de terre est favorisée par la longueur du jour élevée (14 à 18h), de telle sorte qu'une photopériode inférieure à 12h défavorise la tubérisation. (BULL, 1999).

### **I.4.2. Exigence édaphiques :**

#### **I.4.2.1. Structure et texture du sol :**

La plupart des sols conviennent à la culture de pomme de terre à condition qu'ils soient bien drainés et pas trop pierreux. Les sols préférés sont ceux qui sont profonds, fertiles et meubles.

En général, la pomme de terre se développe mieux dans les sols à texture plus ou moins grossières que dans des sols à texture fine et battante qui empêchent tout grossissement du tubercule (BULL, 1999).

#### **I.4.2.2. pH :**

Dans les sols légèrement acides (pH = 5.5 à 6), la pomme de terre peut donner de bon rendement, par contre une alcalinité excessive du sol peut causer le développement de la galle commune sur tubercule (BULL, 1999).

#### **I.4.2.3. Salinité :**

La pomme de terre est relativement tolérante à la salinité par rapport aux autres cultures maraîchères. Cependant, un taux de salinité élevé peut bloquer l'absorption de l'eau par le système racinaire. Lorsque la teneur du sol en salinité est élevée, le point de flétrissement est atteint rapidement.

On peut réduire la salinité d'un sol en le lessivant avec une eau d'irrigation douce (BULL, 1999).

## **I.5. Technique de culture de la pomme de terre**

### **I.5.1. Préparation du sol**

La préparation du sol consiste à assurer un bon contact entre le tubercule et le sol.

Le sol doit être travaillé à l'automne puis au printemps pour l'obtention d'une terre meuble non creuse bien pourvue en eau, sans grosses mottes. Avec une charrue il faut faire un labour moyen de 25 à 30 cm de profondeur puis confectionner les lignes.

Ces travaux sont beaucoup plus faciles à réaliser sur un sol léger plutôt que dans un sol lourd (AUBINEAU et al, 2003).

### **I.5.2. Fertilisation**

La pomme de terre est exigeante en azote, phosphore et potassium. Ses exportations s'élèvent en effet à 32 Kg d'azote, 1.6 Kg d'acide phosphorique et 5.5 à 6 Kg de potassium par tonne.

L'azote est un élément fondamental pour la croissance de la plante alors que 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 ce la, il doit être appliqué avant la plantation et sous la forme la plus assimilable possible (BULL, 1999).

Selon AUBINEAU et al (2003), le potassium est l'élément majeur pour la tubérisation, il favorise le développement de la plante et augmente légèrement la résistance au froid.

### **I.5.3. Matériel végétal**

On classe les variétés selon leur type de culture (culture de primeurs, de saison et d'arrière saison). Pour chaque variété, le matériel végétal de multiplication est classé selon sa pureté variétal et son état sanitaire, on y

distingue : plants de pré-base qui constituent les plants de famille de départ, plants de base, classes super-élites et élites (SE, E) issues de plants de prés base et enfin plants certifiés (classes A et B issues de plants de base élites E), (BULL, 1999).

#### **I.5.4. Plantation**

##### **I.5.4.1. Préparation des tubercules**

Pour assurer une bonne préparation des tubercules, il est nécessaire de procéder à leur retrait du frigo 2 à 3 semaines avant la plantation en cas où la germination a déjà démarrée. Il faut alors éliminer le germe apical afin d'accélérer les germes latéraux. Après la sortie du frigo, les tubercules doivent être déposés dans un local bien aéré et éclairé (Internet 2).

##### **I.5.4.2. Densité de plantation**

La densité d'une culture de pomme de terre n'est autre que le nombre de tiges par m<sup>2</sup>. Pour une bonne occupation du sol, 15 à 20 tiges par m<sup>2</sup> paraît optimal avec une distance de 70 cm entre les lignes et 30 cm entre les plants (Internet 2).

##### **I.5.4.3. Profondeur de la plantation**

Pour obtenir une culture homogène, les tubercules doivent être plantés à une profondeur uniforme. La profondeur de plantation dépend du type de sol, des conditions climatiques et de l'âge physiologique des plants.

La plante superficielle (5 à 6 cm) est préférée dans un sol lourd et humide où le tubercule mère risque de s'épuiser avant que les germes ne puissent atteindre la surface du sol. Inversement, pour les sols à texture légère où le risque de dessèchement sont à craindre, une plantation profonde est alors conseillée, 10 cm environ, (BULL, 1999).

#### **I.5.5. Irrigation**

Actuellement, l'irrigation par aspersion est la technique la plus adaptée à la culture de pomme de terre.

L'eau joue un rôle important dans la croissance de la plante en assurant plusieurs mécanismes de transport des éléments minéraux, transport des produits photosynthétiques, transpiration et régulation thermique au niveau des feuilles.

En effet, les arroseurs «basse pression», appelés «communément sprinklers» du fait de leur faible débit permettent d'apporter sous forme de pluviométrie, un volume d'eau horaire variant de 3 à 10 mm selon qu'il soit à un ou deux jets (**Internet 3**).

### **I.6. Récolte et conservation**

Le cycle de variétés les plus cultivées en Algérie est de 3 à 4.5 mois environ. La date de récolte dépend du type de production. Les pommes de terre de conservation sont arrachées à maturité complète pour faciliter leur conservation. La maturité est indiquée par le jaunissement des feuilles intérieures, dessèchement des tiges et la fermeté de la peau du tubercule.

L'arrachage peut être précoce pour le but commercial ou pour la pomme de terre de semence avant que les maladies virales n'envahissent la culture. En culture moderne, on pratique le défanage (dessèchement de la végétation). Cette opération peut être faite soit chimiquement, soit mécaniquement. Elle permet de limiter l'extension des maladies et facilite la récolte.

L'arrachage doit être fait par un temps sec et ne pas laisser les tubercules trop exposés au soleil afin d'éviter le phénomène de verdissement, le développement des tâches noires, l'attaque par la teigne et pour éviter qu'elles ne sèchent.

Pour avoir les pommes de terre pendant toute l'année, il faudrait alors les stocker après avoir essuyé consciencieusement les tubercules. Les laisser ensuite plusieurs jours en un lieu aéré pour bien dessécher la peau et les mettre enfin en sacs, caisses ou sur des rayons à l'obscurité et au frais. Ne pas oublier également que l'eau les abîme (**FRANSISCO, 1999**). Dans ce cas, pour assurer une bonne conservation, seuls les tubercules non blessés sont à conserver puisque le

tubercule est un fragment de tige vivante .Il continue alors à vivre pendant la période de conservation. Afin de maintenir son processus de vie, il faut un bon contrôle de l'environnement ; température et humidité relative. Ces facteurs varient selon la destination du produit. Les conditions idéales de conservation sont les suivantes :

Une température : de 2 à 4 °C pour la pomme de terre de semence et 4 à 8°C pour la pomme de terre de consommation .Par ailleurs, il faudrait une température supérieure à 8°C pour favoriser l'accumulation des sucres réducteurs, facteur responsable de la coloration brune des pommes frites.

L'humidité relative doit être comprise entre 90 et 95% tout en évitant l'accumulation du CO<sub>2</sub> et ce en pratiquant la ventilation (BULL, 1999).

### **I.7. Les Principaux ravageurs et maladies de la pomme de terre :**

Comme toutes les cultures, la pomme de terre est soumise à l'attaque de plusieurs maladies et ravageurs occasionnant par fois des dégâts importants. Les principaux maladies et ravageurs rencontrés sur la pomme de terre sont les suivants :

#### **I.7.1. Maladies**

Les principales viroses sont l'enroulement, la mosaïque, la frisolée et la bigarrure. Elles se traduisent par des nécroses et un rabougrissement des plantes. Les virus responsables sont transmis par des pucerons. Les seuls moyens de lutte sont la sélection sanitaire, l'utilisation de variétés résistantes et les traitements insecticides. Les progrès de la sélection sanitaire et du génie génétique ont permis au cours des deux dernières décennies de diminuer la pression des maladies à virus.

La pomme de terre peut également être touchée par des champignons microscopiques, dont la manifestation la plus grave est le mildiou de la pomme de terre dû à *Phytophthora infestans*. Celui-ci est le principal facteur limitant de cette culture à l'échelle mondiale.

Parmi les autres maladies fongiques, on peut citer :

- Le rhizoctone brun due à *Rhizoctonia solani*, combattu par la désinfection des tubercules de semence, par des rotations longues et par l'arrachage des fanes;
- La verticilliose due à *Verticilium alboatrum*, contre laquelle on utilise des variétés résistantes et des plantes saines;
- L'alternariose due à *Alternaria solani*, qui peut être enrayée par les mêmes traitements préventifs employés contre le mildiou.
- La galle argentée due à *Helminthosporium solani*, maladie de conservation qui affecte les tubercules.
- Les pourritures sèches des tubercules en conservation ainsi que les fusarioses (Provoquées par diverses espèces du genre *Fusarium*) et la gangrène (causée par *Phoma exigua*). La lutte consiste en des traitements des tubercules avant la conservation et une désinfection des locaux.

Selon AUBINEAU et al (2003), les principales maladies bactériennes qui attaquent surtout les tubercules sont : La pourriture brune des tubercules (due aux bactéries du genre *Burkholderia*), la pourriture molle (bactérie du genre *Erwinia*), la galle commune des pommes de terre (provoquée par des bactéries du genre *pseudomonas*).

### I.7.2. Ravageurs :

Certains ravageurs n'attaquent pratiquement que les organes souterrains. Les plus importants d'entre eux sont les némathodes, les larves de taupins, le doryphore et les pucerons. Les deux premiers sont les plus importants.

Deux espèces de némathodes sont des parasites spécifiques des pommes de terre, ce sont les némathodes à kyste qui figurent sur la liste Européenne de quarantaine. Agglomérés en chapelets sur les racines, ils provoquent un rabougrissement de la plante et des tubercules.

Le *Globodera rostochiensis*, le *Globodera pallida* et plusieurs espèces de *Meloidogyne* engendrent les galles des nématodes sur les racines.

Les larves de taupins creusent des galeries dans les tubercules les dépréciant beaucoup et facilitant ainsi le développement des pourritures.

. Le Doryphore ravageur originaire des Etats-Unis, a causé de graves problèmes en Europe sauf en Grande Bretagne. Aujourd'hui il semble être maîtrisé presque partout.

Les tiges peuvent être rongées par des larves de Noctuelles dont la Noctuelle des moissons *Agrotis segetum*, ainsi que l'Altise de la pomme de terre, *Psylliodes affinis*, et certains Pucerons tels que le Puceron vert du Pêcher *Myzus persicae* Puceron vert de la rose et de la pomme de terre *Macrosiphum euphorbiae*, le puceron noir de la fève (Internet 4).

## II. Le Mildiou de la pomme de terre :

### II.1. Définition

Le mildiou, causé par *Phytophthora infestans* est certainement la maladie la plus importante et dangereuse des maladies de la pomme de terre. Il peut non seulement détruire rapidement le feuillage des plantes en croissance. Compromettant ainsi les rendements, mais en atteignant les tubercules, il peut déprécier la récolte allant jusqu'à la perte totale de la production.

Le mildiou est la maladie cryptogamique la plus redoutable de la culture de pomme de terre. Les facteurs favorables au mildiou sont notamment des températures de l'ordre de 17 à 20°C, une forte humidité et une végétation dense. L'agent pathogène est un parasite facultatif possible à cultiver sur milieu nutritif (**Internet 5**).

### II.2. Historique

Le mildiou de la pomme de terre est une maladie fongique originaire du Mexique. Elle s'est propagée jusqu'en Europe et en Amérique du Nord vers 1845. Le mildiou a causé des épidémies et une famine en Irlande où la population vivait de la culture de pomme de terre. Cette maladie a été signalée en France entre 1845 et 1847.

Récemment, de nouvelles lignées de la maladie sont apparues en France. Ces lignées sont plus agressives que celles qu'on connaissait puisqu'elles infectent les plants plutôt dans la saison causé ainsi de plus importants dommages et persista lors des périodes de temps sec (**Internet 4**).

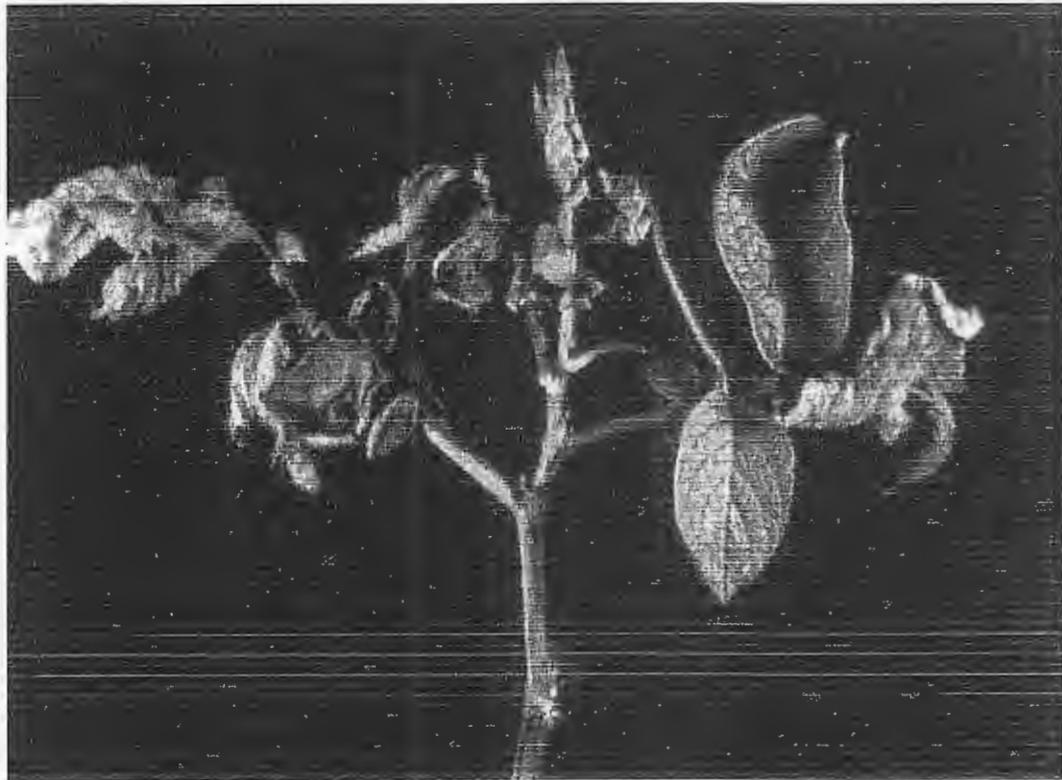
### II.3. Symptômes de la maladie

#### II.3.1. Sur végétation

On observe sur le feuillage, l'apparition de petites taches décolorées qui brunissent et s'entourent d'un halo jaunâtre sur la face supérieure des feuilles

A la face inférieure, en conditions humides, les fructifications du champignon (conidies et conidiophore) apparaissent sur le pourtour des taches et donnent un feutrage blanc caractéristique.

La multiplication du nombre de taches, leur extension puis leur dessèchement peut conduire rapidement à la destruction du feuillage (**fig.1**).



**Figure n° 1: Symptôme du mildiou sur les feuilles  
de la pomme de terre**

Sur les tiges et les bouquets terminaux, des taches brunes, parfois nécrotiques, sont souvent observées, porteuses aussi de fructification, par temps humide (fig. 2) (Anonyme, 1980).

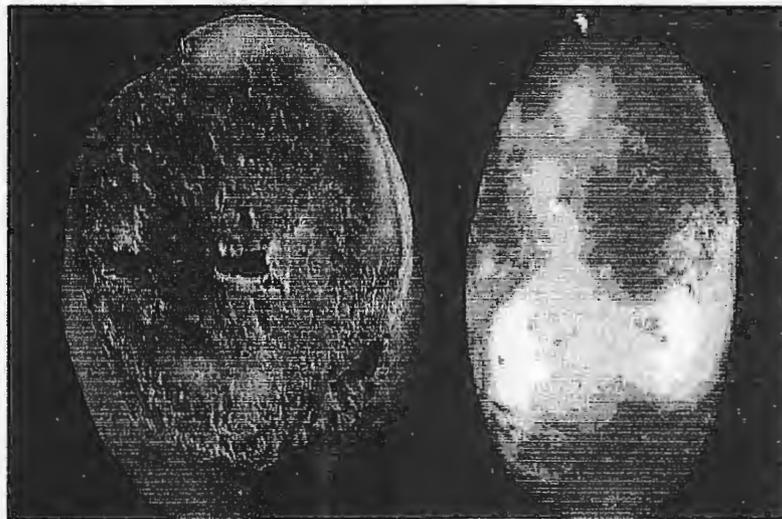


**Figure n° 2 : Symptôme de mildiou sur les tiges de la pomme de terre**

### II.3.2. Sur tubercules :

En fin de végétation ou peu après l'arrachage, la maladie peut se manifester sur les tubercules, ceux-ci portent en surface des tâches grisâtres violacées ou brunâtres, à contours plus au moins arrondis, une coupe du tubercule montre des zones marbrées de couleur rouilles ou brunâtres en surface qui peuvent s'étendre vers le centre du tubercule (**fig.3**).

D'autres pathogènes peuvent ensuite se développer et provoquer ainsi des pourritures humides si la récolte est mal séchée (**Internet 1**).



**Figure n°3 : Symptôme du mildiou sur la tubercule de la pomme de terre (Internet 6).**

## II.4. *Phytophthora infestans*

### II.4.1. Position systématique

Le *Phytophthora infestans*, agent causal du mildiou de pomme de terre, appartient à la division des **Mastigomycota**. Il est classé parmi les

Phycomycètes, sous classe des **Oomycètes**, l'ordre des **Péronosporales**, et la Famille des **Pythiaceae**.

#### II.4.2. Caractères morphologiques et physiologiques

*Phytophthora infestans* possède un thalle, où le mycélium est non cloisonné et intercellulaire. Ce mycélium est composé d'hyphe diploïde pour la majeure partie de son cycle de vie.

La croissance des conidiophores s'arrête à la formation de la première spore et se termine par un renflement (sporange) à l'extrémité des ramifications. Ses sporanges sont pourvus de papilles. Le cycle biologique du *Phytophthora* comprend une phase asexuée aquatique caractérisée par des zoospores biflagellées, et une phase sexuée caractérisée par des oospores (fig.4). Ce champignon est adapté à la vie saprophytique (RIEUF, 1993).

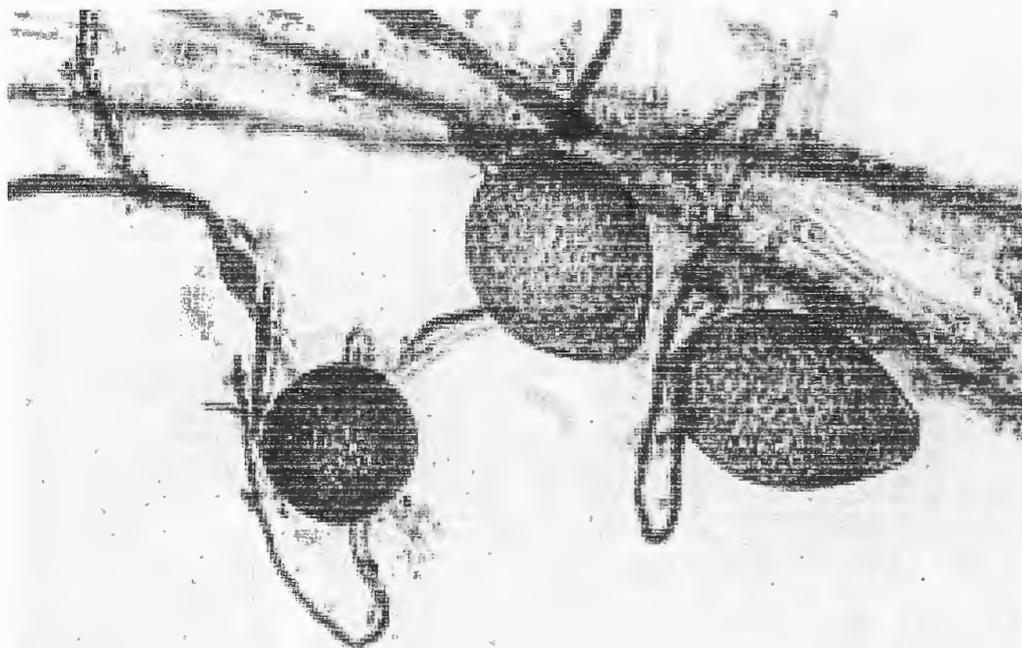


Figure n° 4 : Observation microscopique du *Phytophthora infestans*  
(Internet 6)

## **II.5. Conservation du champignon :**

Les tubercules infectés qui hébergent le champignon sous forme de mycélium sont responsables en grande partie de la conservation du mildiou. En effet, les pommes de terre laissées au champ ou plantées au printemps peuvent, en donnant des pousses malades, créer les foyers primaires.

Dans le sol, le mycélium peut persister jusqu'à onze mois. Toute fois, ce mode de conservation semble être exceptionnel.

Les débris végétaux peuvent renfermer le parasite et assurer ainsi la conservation champignon.

La conservation par œufs d'hiver (reproduction sexuée) ne semble pas devoir jouer un rôle important. En effet, ils ne sont que très rarement observés dans la nature (**Internet 1**).

## **II.6. Epidémiologie**

### **II.6.1. Dissémination**

L'inoculum (L'ensemble des conidies responsable de la contamination de la plante) primaire est constitué par les premières conidies qui se forment sur les pousses contaminées et les repousses qui se développent sur les tas de déchets.

Les premières conidies apparues sont dispersées par le vent et la pluie. De même, les brouillards favorisent la contamination. La maladie évolue ensuite de proche en proche (**BEDIN, 1980**).

### **II.6.2. Contamination**

La conidie est apte à germer si le taux d'humidité voisine la saturation (100%). Dès qu'elle est en contact avec l'épiderme, le filament germinatif la perce ou pénètre par les stomates.

En ce qui concerne les tubercules, l'introduction se fait au niveau des yeux, des lenticelles et par les blessures.

Les tubercules nouvellement formés sont plus sensibles que ceux parvenus à maturité (BEDIN, 1980).

### **II.6.3. Incubation**

Après la contamination, le mycélium évolue dans les tissus de la plante de façon invisible : c'est la période d'incubation. Elle dépend de la rapidité de croissance du champignon elle-même fonction de la température. Elle s'étend le plus souvent sur 4 à 6 jours (BEDIN, 1980).

### **II.6.4. Sporulation :**

Si le taux d'humidité se maintient au-dessus de 95% pendant au moins 8 h consécutives, les conidiophores se produisent normalement des conidies.

Lorsque le temps est pluvieux et que la température varie entre 10° et 13°C, les conidies se forment rapidement en grand nombre et les contaminations se généralisent (BEDIN, 1980).

## **II.7. Facteurs de développement**

L'apparition du mildiou dans une culture est sous la dépendance de plusieurs facteurs entre autres les facteurs culturaux et les facteurs climatiques.

### **II.7.1. Facteurs culturaux**

La culture de pomme de terre joue un rôle capital dans le développement de la maladie. Ainsi, les régions où se cultive à la fois la pomme de terre en primeur et en pleine saison sont plus propices à l'extension du mildiou. Le relais est ainsi assuré par les cultures qui s'échelonnent dans le temps surtout dans le cas des variétés à précocité différente. D'autre part, une forte densité de culture de pomme de terre dans une région favorise sa progression.

Il en est de même lorsque la majorité des variétés cultivées sont sensibles à la maladie. La non destruction des détritiques et récolte est une autre source de contamination. Les tas de déchets constitués par les

tubercules éliminés permettent, lors des repousse de printemps, le développement de la maladie (BEDIN, 1980).

La place de la pomme de terre dans la rotation est en tête d'assolement. La pomme de terre est en effet une plante sarclée nettoyante exigeante en façons culturales et en entretien. Et pour remettre les pommes de terre sur la même planche il faut atteindre 3 ans (CLIMENT, 1999).

### II.7.2. Facteurs climatiques

Certaines conditions de température et d'humidité sont nécessaires en développement du mildiou. Ces conditions agissent non seulement sur la sensibilité de la plante mais aussi sur l'agressivité du parasite.

Une humidité de 95% et une température comprise entre 18° et 25°C doivent se maintenir pendant six à huit heures autour de la plante pour que de conidiophore puissent apparaître.

Les conidies ne peuvent germer en abondance par zoospores qu'à une température relativement basse (10°- 15°C) et seulement dans l'eau ou en atmosphère saturée d'humidité. Les zoospores peuvent nager plusieurs heures avant de se fixer et de germer à leur tour.

La température optimum de développement du champignon à l'intérieur de la plante correspondant à l'incubation la plus courte, se situe aux environs de 25°C (LIMASSET et PARPOX, 1951).

### II.8. Cycle biologique de *Phytophthora infestans*

Le champignon se propage au moyen de sporanges en forme de citron supportées par des sporangiophores ramifiés (fig. 5). les sporanges sont transportés sur les feuilles des plantes de pommes de terre par le vent ou par des éclaboussures d'eau de pluie. Dès que les conditions d'humidité et de température sont favorables, le sporange émet des spores flagellées. Celles-ci forment des tubes germinatifs et plus tard des hyphes d'infection à moins qu'elles ne germent elles-mêmes.

Les hyphes d'infection pénètrent dans le tissu foliaire par les stomates où, le plus souvent, à travers l'épiderme. Des infections de ce genre ne sont possibles qu'en présence de circonstances favorables, c'est-à-dire s'il existe une pellicule d'eau et si la température est appropriée. Par une température de 12-13° C, une infection a déjà lieu dans un délai de quelques heures, mais exige des périodes plus longues si la température ambiante est inférieure ou supérieure. Le champignon pénètre alors entre les cellules intérieures de la feuille infectée, et la maladie devient apparente en formant des taches décrites plus haut.

Après quelques jours, les zones de transition entre les tissus sains et les tissus malades seront recouvertes d'une couche blanchâtre. Il s'agit des sporangiophores émergeant des stomates et des nouveaux sporanges du genre déjà décrit se formant par étranglement. Cette formation de sporanges exige cependant un taux d'humidité d'au moins 90%. Pour autant que les conditions atmosphériques soient favorables, une nouvelle génération de champignons pathogène peut apparaître dans un délai approximatif de quatre jours et produire ainsi des milliards de spores.

Le mildiou passe invariablement des feuilles aux tubercules. La pluie entraîne des sporanges dans le sol où ils germent et pénètrent dans les tubercules par les yeux, les lenticelles ou les petites lésions. Des conditions de ce genre peuvent aussi causer une infection des tubercules pendant les travaux d'arrachage en Automne.

On considère maintenant comme un fait assuré que *Phytophthora infestans* hiverne presque exclusivement sous la forme de mycélium végétatif sous le tubercule.

Le champignon peut résister à des températures tombant jusqu'à 0°C, et cela signifierait qu'il est approximativement aussi sensible au froid que les pomme de terre elle-même. Si des tubercules infectés et oubliés sur le champ ou jetés aux ordures germent, *Phytophthora* émergera alors avec les pousses et

créera un foyer d'infection primaire. Si les conditions climatiques sont favorables, des foyers d'infection secondaires apparaîtront en peu de temps, et l'épidémie se propagera alors avec une rapidité extraordinaire à moins qu'elle ne puisse être envoyée par des mesures appropriées (**Anonyme, 1980**).

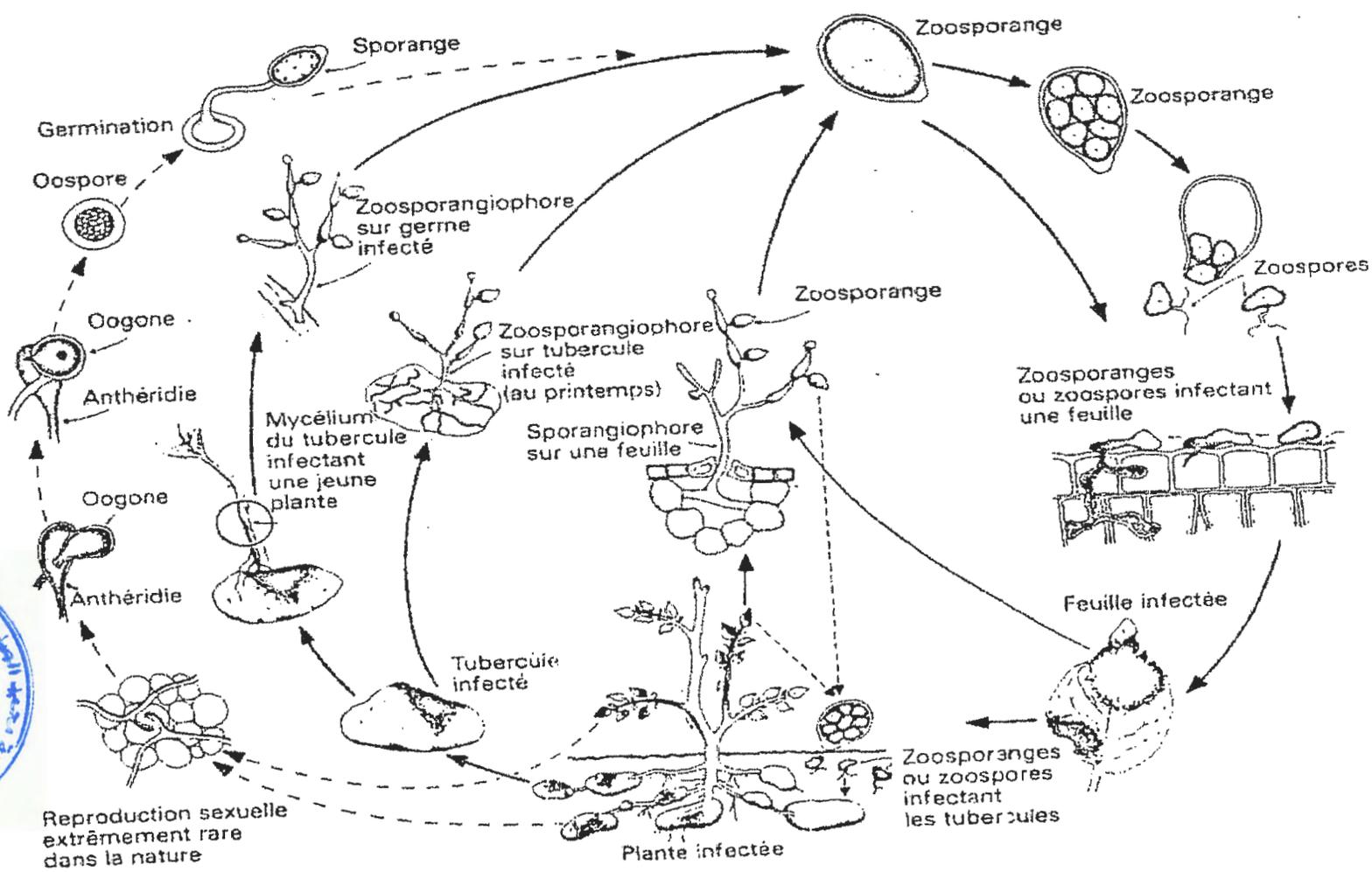


Figure n°5 : Cycle pathologique du mildiou de la pomme de terre causé par *Phytophthora infestans* (Anonyme, 1980).



## II.9. la lutte contre le mildiou

La lutte contre le mildiou fait appel à deux procédés : les méthodes culturales et la lutte chimique. Dans tous les cas, la lutte doit être préventive : utilisation de plants sains, destruction des tas de déchets, bon buttage et protection fongicide assurée jusqu'au défanage. En plus, la lutte est contrôlée aussi par l'emploi de variété résistante au mildiou (EVERS, 2003).

### II.9.1. Méthodes culturales

Elles consistent en un certain nombre de précaution comme : éliminer les tubercules contaminés lors du triage ; détruire les tas de déchets et les repousses de pomme de terre provenant des cultures de l'année précédente ; tenir compte de la sensibilité variétale de la maladie. Il faut en outre préciser à ce titre que la sensibilité du tubercule n'est pas comparable à celle du feuillage. Et enfin, récolter par temps sec et laisser les tubercules se renuyer avant de les stocker et leur assurer une bonne ventilation durant la conservation (Internet 7)

### II.9.2. Utilisation de variétés résistantes

Le *Phytophthora infestans* possède des races identifiées dont la virulence varie d'une variété à une autre ; on essaye d'avoir une résistance au champ appelée également résistance Verticale. Celle ci est insuffisante sur des conditions d'humidité et de température.

### II.9.3. La lutte chimique

#### \*Généralités sur les fongicides

Un fongicide est une substance chimique qui tue les champignons. Si la croissance des champignons reprend après le lessivage du produit chimique par la pluie on parlera alors d'un effet fongistatique (Internet 3).

Les fongicides peuvent être classés selon :

- Leur origine chimique : fongicides organiques et antibiotiques.
- Le mode d'action : fongicides de contact ou rémanent à effet limité au lieu d'application et fongicide systémique transporté par la sève végétale.

-Le mode d'application: traitement préventif, prophylactique ou protecteur; traitements répétés en vue de protéger les nouvelles pousses et de renouveler le dépôt de bouillie avant une nouvelle infection. Traitement curatif: traitement pendant la période d'incubation, ou éradication; traitement après la période d'incubation.

-Lieu d'application: feuilles, tiges, racines, semences, sol, stcks.....  
**(CROSNIER, 1980).**

Pour la lutte chimique contre le mildiou, les «sulfatages» à la bouillie bordelaise ont progressivement été remplacés par les traitements aux produits organiques de synthèse d'une efficacité au moins comparable. C'est ainsi que sont apparus le Zinèbe, le Cuprèbe, le Phaltane et le Manebe, qui sont des fongicides de contacts, le Captafol, le Metirane de zinc, le Propinebe et le Doconil qui sont des fongicides systémiques. La lutte est essentiellement préventive **(CROSNIER, 1980).**

Selon **BEGAL (1979)**, une gamme importante de fongicides efficaces est mise à la disposition de l'agriculteur. La liste des produits peut être décomposée en deux parties :

-les fongicides classiques (cuivre et organiques de synthèse) agissant uniquement par contact. Ils ont une persistance d'action de 8 à 10 jours, et ils sont soumis aux délavages par les pluies. Ils font actuellement l'objet de nombreuses associations entre matières actives.

-Comme fongicides modernes, le Curzate, outre son action par contact, permet la destruction du mycélium durant les premiers jours de la phase d'incubation. Sa faible persistance fait qu'il est utilisé en association avec d'autre matière actives. Il y a aussi le Métalaxyl, l'Oxydixyl et l'ofurace qui sont doté de propriétés systémique et d'une persistance d'action (14 à 18 jours). Ils permettent une bonne protection de la végétation durant la période de croissance. Pénétrant rapidement dans la plante (moins d'une heure), ils sont peu soumettre au lessivage par les pluies. Ils présentent donc un intérêt particulier en

cultures irriguées par aspersion. Ils détruisent également le mycélium à l'intérieur des organes infectés.

Le mildiou est une maladie épidémique aux conséquences graves puisqu'il peut, dans des cas extrêmes, aboutir à la destruction complète de la culture .Un certain nombre de moyens sont mis en œuvre pour le combattre efficacement .L'évolution de sa biologie permet, grâce à des précautions d'ordre culturales et aux avertissements agricoles, de limiter les préjudices qu'il pourrait créer. L'application à bon exit (dates d'intervention, respect des doses, bonne répartition du produit) des fongicides classiques et surtout de nouveaux fongicides doivent assurer normalement une bonne protection de la culture **(BEDIN, 1980)**.

# **Etude Expérimentale**

# Matériel et Méthodes

## **I. Matériel et Méthodes**

Ce travail a été réalisé dans le laboratoire de microbiologie de l'institut de biologie à l'université de Jijel.

### **I.1. Matériel**

Pour réaliser ce travail, nous avons utilisé le matériel suivant :

#### **I.1.1. Matériel végétal**

La pomme de terre atteinte de mildiou a été ramenée à partir d'un champ contaminé se trouvant just derrière l'usine de SEGICO à quelques kilomètres de Taher.

Pour se faire, des fragments de tiges, de feuilles et de tubercules ont été découpés en de petit morceaux afin d'isoler le champignon.

#### **I.1.2. Milieux de culture**

Afin d'isoler *Phytophthora infestans*, il est conseillé d'utiliser le milieu P.D.A (Potato-dextro-agar). Cependant, le milieu O.G.A(Oxytetracycline-glucose-agar) est également efficace.

#### **I.1.3. Réactifs**

Les réactifs utilisés sont le tween 80, le bleu de méthylène, l'hypochlorite de sodium et l'alcool.

#### **I.1.4. Verrerie**

Nous avons employé pour les besoins de cette étude respectivement des verre de montre, des entonnoirs de 100ml, des béchers de 250 ml, des erlens meyer de 250ml, de fiole jaugée à 1 L et enfin des boites de pétrie.

#### **I.1.5. Autre matériel**

Nous avons utilisé également comme matériel, un microscope optique pour réaliser l'examen microscopique, un four pasteur, un autoclave (120°C) pour la stérilisation du milieu , un bain marie (80°C) pour la dissolution respectives du milieux P.D.A. et des fongicides et enfin une étuve réglée à 25°C pour l'incubation des colonies.

## I.2. Méthodes

Notre travail consiste d'abord à isoler le champignon, à partir d'une pomme de terre contaminée, sur un milieu de culture approprié, P.D.A. en l'occurrence, puis. Une fois le champignon purifié, tester l'efficacité d'une dizaine de fongicides en utilisant deux techniques principales à savoir la mesure du diamètre des colonies et le calcul de la concentration de la suspension de spore, le tout comparé à un témoin.

### I.2.1. Préparation du milieu P.D.A. (Potato-dextro-agar)

Ce milieu consiste à éplucher, nettoyer et couper en morceaux 250 g de pomme de terre. Bouillir le tout dans 200 ml d'eau distillée pendant 10 minutes. Filtrer ensuite le mélange afin de récupérer le jus de pomme de terre (150 ml). Ajouter 20 g de gélose (agar-agar) et 20 g de glucose. Homogénéiser le tout avec un agitateur, transvaser l'ensemble dans une fiole jaugée puis compléter jusqu'à 1 l avec de l'eau distillée stérile.

Cuire le milieu dans un bain marie jusqu'à dissolution totale puis stériliser le tout à l'autoclave pendant 20 minutes à une température de 120°C. Enfin répartir le milieu sur des boîtes de pétrie stériles (ROUIBAH, 1989).

### I.2.2. Préparation du matériel fongique

Cette technique nécessite deux étapes : l'isolement puis la purification du champignon afin d'obtenir la souche pure de *Phytophthora infestans*.

Les méthodes employées sont celles décrites par RAPILLY (1968), COTHER (1977), JIMENEZ et TRAPERO (1985) in ROUIBAH (1989).

#### I.2.2.1. Isolement

Il consiste à couper des rondelles de 5 à 10 ml de diamètre à partir des feuilles, des tiges et des tubercules de pomme de terre manquant les symptômes de la maladie.

Ces fragments sont d'abord rincés à l'eau de robinet pour les débarrasser de la terre, puis traités pendant quelques secondes à l'alcool de différentes concentrations (70%, 90%, 100%) avant d'être désinfectés à l'hypochlorite de

sodium (2,5%) pendant 1 à 2 minutes. Ils sont ensuite lavés à l'eau distillée stérile. A la fin, les fragment sont déposés aseptiquement dans des boites de pétries contenant le milieu P.D.A. L'incubation se déroule dans l'obscurité totale à une température comprise entre 24°C et 26°C pendant 5 à 10 jours.

Passé ce délai, on commence la lecture des résultats en effectuant d'abord une observation macroscopique (forme, aspect et couleur des colonies) puis microscopique en déposant, entre lame et lamelle, un bout de mycélium d'une colonie purifiée et à l'aide d'un microscope on pourra éventuellement identifier l'espèce en se basant sur le guide de détermination des champignons de RIEUF (1993).

Aussi, il existe une autre méthode d'isolement du *P. infestans* mais cette fois-ci à partir du sol et ce en déposant dans le milieu P.D.A. non pas des rondelles de feuilles ou de tige mais des pincées de terre prélevées à partir des parcelles de pomme de terre contaminées (isolement à partir du sol).

#### **I.2.2.2. Purification**

C'est un ensemble de repiquages successifs de colonies à partir des boites de pétries préparées lors de la première étape (isolement). On prend des explantats (sous forme de disques de 0,5 cm de diamètre) et on les dépose dans des boites de petries contenant le milieu P.D.A. précédemment préparé et ce à raison de trois explantats par boite. L'incubation s'effectue à 25°C pendant 10 jours.

On recommence le même travail jusqu'à l'obtention d'une souche pure de *P. infestans* (colonie d'aspect, de forme et de couleur homogène) mais cette fois-ci avec un seul explants par boite.

### **I.2.3. Tests de la sensibilité résistance du champignon vis-à-vis des fongicides**

#### **I.2.3.1. Traitement des milieux de culture avec les fongicides**

Il existe plusieurs méthodes pour le traitement des milieux avec les fongicides. Les principales d'entre elles sont l'étalement sur la surface du milieu, la méthode des trous et le mélange dans le milieu.

##### **I.2.3.1.1. Etalement sur la surface du milieu**

Cette technique consiste à mettre une quantité précise du fongicide, précédemment préparé, dans de l'eau distillée stérile avec la dose convenable puis agiter jusqu'à la dissolution totale dans les boîtes contenant le milieu de culture (P.D.A.) et étaler sur toute la surface de la boîte. Déposer à la fin les explantats dans les boîtes, fermer hermétiquement celles-ci puis incubé à 25°C dans l'obscurité totale.

##### **I.2.3.1.2. Méthode des trous**

Dans ce cas là, il faudrait creuser de petits trous sous forme de disques de 0.5 cm de diamètre dans le milieu de culture qui est préalablement coulé dans les boîtes de pétries et remplir ces trous par le fongicide (préparé de la même manière que pour la première méthode). Déposer ensuite l'explantat au centre de la boîte et incubé à 25°C pendant 15 jours.

##### **I.2.3.1.3. Mélange dans le milieu**

C'est la méthode que nous avons employé pour les besoins de notre étude car c'est la technique la plus couramment utilisée. Elle consiste à mettre dans des flacons stériles de 150 ml contenant le milieu P.D.A. et le fongicide avec la dose correspondante (**tab.1**). Laisser un flacon sans traitement comme témoin. Après l'agitation du contenu des flacons dans l'agitateur, on le stérilise pendant 30 minutes dans l'autoclave à 120°C. Enfin, on le distribue dans des boîtes de pétries où le centre de la boîte est marqué et on coupe des disques de 0.5cm prélevés à partir des colonies purifiées de *P. Infestans*. L'incubation

toujours à 25°C et on calcule alors le diamètre de la colonie après 5, 10 et 15 jours d'incubation

**Tableau n°1 : Principaux fongicides traités et leurs doses correspondantes**

<b>Fongicides</b>	<b>Facteurs</b>	<b>Matière active</b>	<b>Dose d'emploi</b>
<b>Anvil</b>		<b>Hexaconazol.</b>	<b>8ml/0,01hl</b>
<b>Benlate</b>		<b>Benomyl</b>	<b>10g/0,16hl</b>
<b>Antracol</b>		<b>Propinèbe</b>	<b>200-280g/hl</b>
<b>Manèbe</b>		<b>Manèbe</b>	<b>200g/hl</b>
<b>Curzate</b>		<b>Mancozebe + Cynoxanil</b>	<b>250g/hl</b>
<b>Rescousse</b>		<b>Cuivre + Manèbe</b>	<b>400g/hl</b>
<b>Cupertine</b>		<b>Sulfate tétracuvrique + Mancozèbe</b>	<b>400g/hl</b>
<b>Euparine</b>		<b>Dichlofluinides</b>	<b>250g/hl</b>
<b>Fungi stop</b>		<b>Chlorotalonil</b>	<b>300ml/hl</b>
<b>Armetil cuivre</b>		<b>Oxychlorure de cuivre + Métalaxyl</b>	<b>250g/hl</b>
<b>Galben</b>		<b>Benalaxyl + Mancozèbe</b>	<b>250g/hl</b>
<b>Equation Pro</b>		<b>Famoxate + Cymoxanil</b>	<b>40g/hl</b>

### **1.2.3.1.3.1. Lecture**

Le développement diamétral des colonies est mesuré à l'aide d'une règle après le 5<sup>ème</sup>, le 10<sup>ème</sup> et le 15<sup>ème</sup> jours d'incubation. Le diamètre mesuré à partir de chaque boîte soustrait au diamètre de l'explantat (0,5cm) sera le diamètre final (**tab.2**).

### **1.2.3.2. Etude de l'extraction des spores**

Après une période d'incubation de 15 jours, on commence par extraire les spores suivant deux étapes : l'extraction des spores proprement dite et la filtration.

#### **1.2.3.2.1. L'extraction des spores**

On dépose 10ml d'eau distillée stérile sur la surface du champignon dans la boîte de pétrie puis on gratte avec une anse de palatine stérile.

#### **1.2.3.2.2. Filtration**

Une fois le contenu de la boîte de pétrie est filtré par une gaze stérilisée, celui-ci sera alors versé dans un tube à essai (du contenu de la boîte de pétrie). Ajouter ensuite 25 µ de tween 80 et homogénéiser la suspension.

#### **1.2.3.2.3. Lecture des résultats**

La concentration en spores de chaque extrait est calculée à l'aide d'une cellule de « Thomas » ainsi qu'un microscope optique (x40) et ce après avoir effectué une série de dilutions convenables pour chaque extrait (**tab.3**).

Suivant les étapes ci-dessous :

- compter le nombre de spores dans les 09 grands carrés situés en diagonal de la cellule.
- calculer la moyenne des spores dans ces 09 carrés.
- déduire la concentration des spores à partir de l'équation suivante :

$$X = (M/V).C$$

**X** : concentration de spores par ml.

**M** : moyenne des spores.

V : volume de la cellule de « Thomas » ( $0.1 \times 0.0025\text{mm}^3$ ).

C : coefficient de la concentration.

### **I.2.3.3. Etude de la germination**

Selon Hall (1983), pour calculer le taux de germination des spores, il faut préparer les boîtes de pétries en verre stérile contenant du papier filtre stérile (mouillé par de l'eau distillée stérile) et des lames. Chaque lame contient 100  $\mu\text{l}$  du milieu P.D.A. plus 100  $\mu\text{l}$  de la suspension (extrait des spores). Fermer hermétiquement les boîtes et placer celles-ci ensuite dans l'obscurité totale à 25°C pendant 24 h.

Après l'incubation, il faut ouvrir les boîtes et les laisser se dessécher. Puis on effectue le comptage des spores germées et non germées à l'aide du microscope optique (X40).

# Résultats et Discussion

## II. Résultats et discussion

Après l'isolement du champignon sur le milieu P.D.A., l'observation microscopique nous a permis d'observer :

- Un mycélium non cloisonné.
- Un conidiophore non ramifié.
- Un renflement (vésicule) à l'extrémité des ramifications correspondant aux conidies émises, avec papille apicale.

Les caractéristiques obtenues par l'observation macroscopiques et microscopique semblent être identiques à celles décrites par RIEUF (1993).

Après une série de repiquage, on a obtenu une souche pure de *Phytophthora infestans* à partir des pommes de terre atteintes de maladie (fig.6).

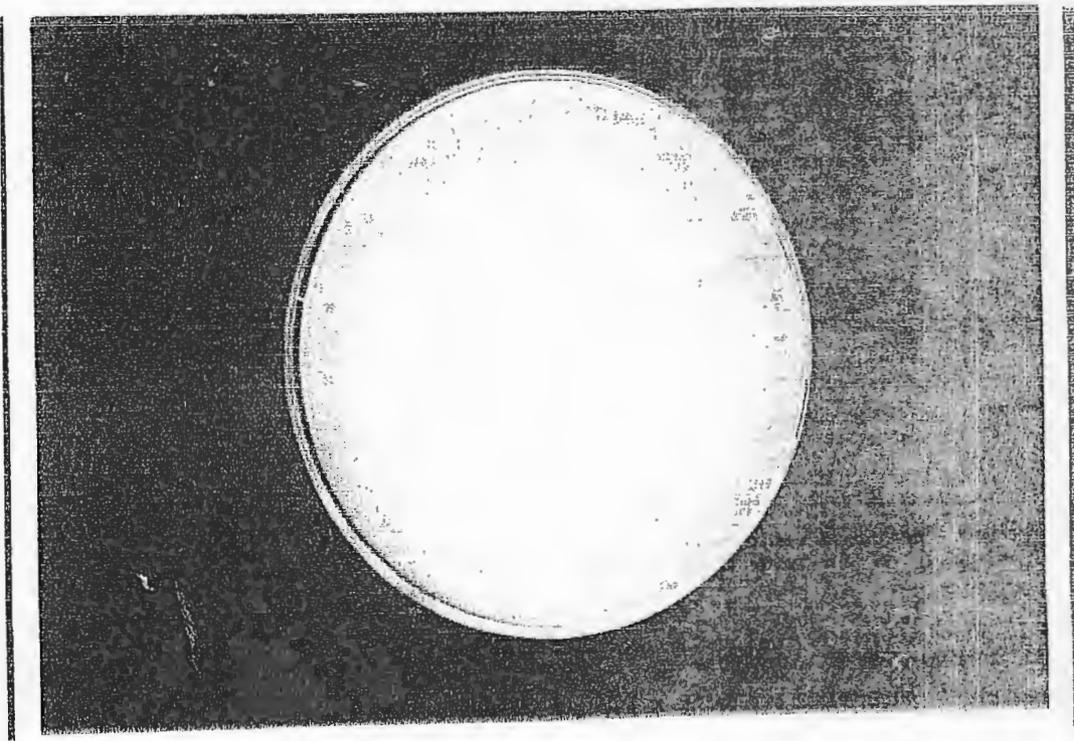


Figure n°6 : Souche pure de *Phytophthora infestans* cultivée sur milieu P.D.A.

## **II.1. Développement diamétral**

### **II.1.1. Résultat**

Après la croissance du champignon *P. infestans* sur le milieu P.D.A. traité et non traité par les fongicides (avec la surveillance du développement), nous avons mesuré le diamètre des colonies à trois reprises différentes : 5<sup>ème</sup>, 10<sup>ème</sup> et 15<sup>ème</sup> jour d'incubation.

D'après les résultats mentionnés dans le tableau n°2, on remarque que pour le témoin, les colonies de *P. infestans* augmentent progressivement de diamètre pour passer de 2,3 cm au 5<sup>ème</sup> jour à 7,62 cm au 15<sup>ème</sup> jour en passant par 6,76 cm au 10<sup>ème</sup> jour d'incubation (**tab.2**).

**Tableau n°2 : Influence des fongicides utilisés sur le développement diamétral (en cm) du champignon *P. infestans* après 5-10 et 15 jours d'incubation à 25°C**

Fongicides	Témoin			Anvil			Benlate			Euparine			Curzate			Manèbe			Armétyl		
	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15
1	2.7	7.6	8.0	0.45	1.2	1.75	0.3	0.6	1.3	-	-	-	0.2	0.9	1.5	1.95	7	7.5	-	-	-
2	1.5	6.25	6.7	0.55	1.35	1.95	0.3	0.5	1.4	-	-	-	0.5	1.1	1.84	1.3	6.02	6.5	-	-	-
3	2.5	6.9	7.65	0.5	1.1	2.3	0.25	0.45	0.85	-	-	-	0.95	1.5	2.98	1.1	6	7.4	-	-	-
4	1.9	6.7	7.5	0.3	0.95	1.9	0.2	0.3	0.6	-	-	-	1.98	2.3	3.5	1.45	6.75	7.25	-	-	-
5	2.9	6.45	7.75	0.33	1	1.3	0.1	0.5	0.95	-	-	-	0.87	1.2	1.43	2.4	7	7.25	-	-	-
Moyenne	2.3	6.76	7.62	0.43	1.12	1.84	0.23	0.47	1.02	-	-	-	0.90	1.40	2.25	1.64	6.55	7.18	-	-	-

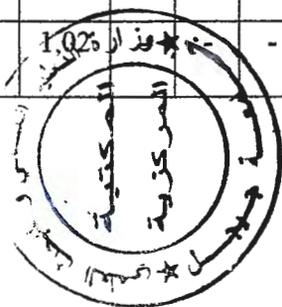
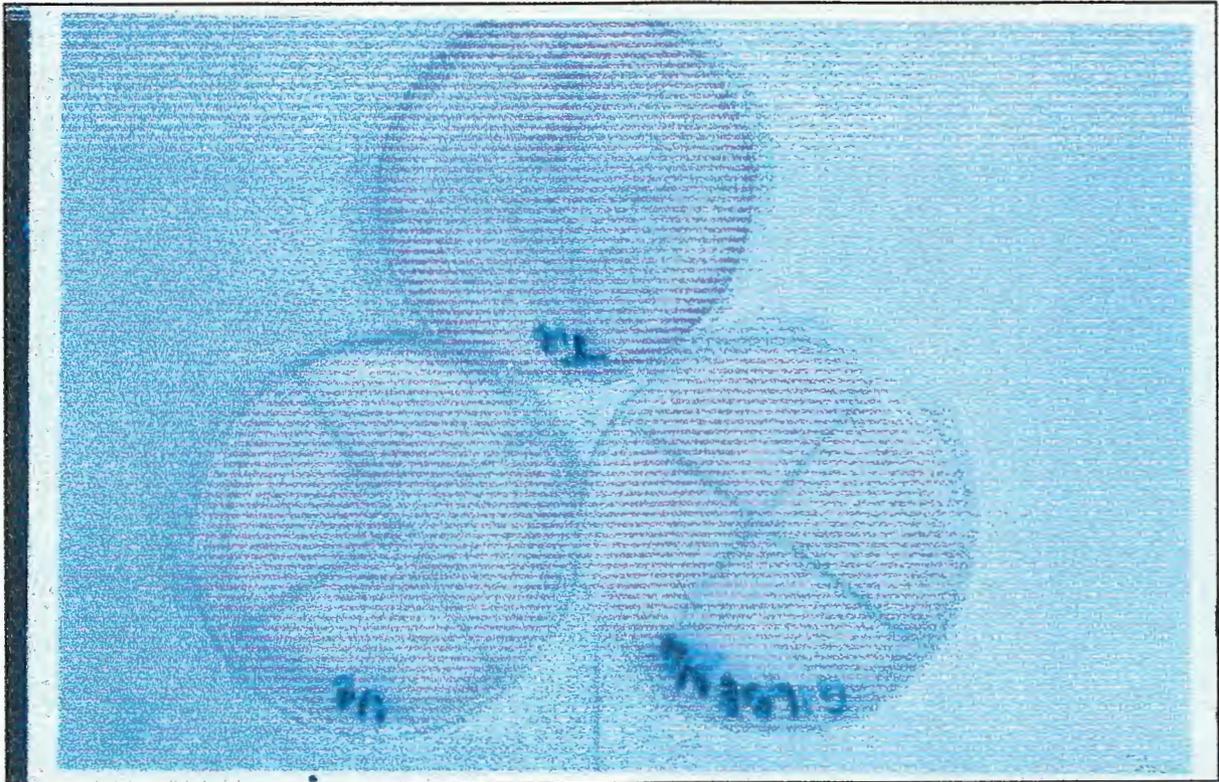


Tableau n°2 (Suite).

fongicides	Galben			Antracol			Rescousse			Fungi stop			Cupertine			Equation pro		
Durée d'incubation en jours	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Répétitions	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15
1	-	-	-	1.5	3.9	6.1	0.2	0.54	0.97	-	-	-	0.1	0.4	1.06	-	-	-
2	-	-	-	1.84	4	7.3	0.27	0.6	0.95	-	-	-	0.33	0.65	1.09	-	-	-
3	-	-	-	1.3	3	5	0.3	0.7	1	-	-	-	0.5	0.9	1.5	-	-	-
4	-	-	-	2	6	7.5	0.55	0.85	1.73	-	-	-	0.69	1	1.85	-	-	-
5	-	-	-	1.7	3.2	6	0.93	1.6	2	-	-	-	0.88	1.7	2	-	-	-
Moyenne	-	-	-	1.66	4.02	6.3	0.45	0.85	1.33	-	-	-	0.5	0.93	1.5	-	-	-

Concernant les tests fongicides, nous avons remarqué une différence plus ou moins importante au niveau des diamètres, c'est le cas notamment du : **Fungi stop, Armetyl, Galben, Equation pro** et **Euparine** où nous avons constaté une inhibition totale des colonies (**fig.7**).



**Figure n°7 : Schéma montrant le témoin et les tests fongicides Galben et Cupertine.**

Par contre chez les souches développées sur le milieu P.D.A. traité par les fongicides **Anvil, Benlate, Curzate, Rescousse** et **Cupertine**, nous avons remarqué une inhibition presque totale de la croissance des colonies même après 15 jours d'incubation (diamètres respectifs de 1,84 cm ; 1,02 cm ; 2,25 cm ; 1,35 cm et 1,5 cm).

Enfin pour le **Manèbe** et l'**Antracol**, ils s'avère d'après le tableau n°2 que ces deux fongicides n'ont aucune influence sur la croissance des colonies de *P. infestans* (7.18 cm pour le premier et 6.38 cm pour le second) même après 15 jours d'incubation et ce en les comparant avec le témoin (7,62 cm) pour la même période .

### **II.1.2.Discussion**

Selon les résultats des tests fongicides par la méthode des colonies, par rapport au témoin , on remarque que les fongicides : **Euparine, Fungi stop, Armétyl, Galben** et **Equation pro** ont une influence très importante sur le développement diamétral du champignon où on a enregistré l'inhibition totale de la croissance du champignon.

Par contre, les autres fongicides tels que : **Cupertine, Curzate, Rescousse, Anvil** et **Benlate** agissent d'une façon moins importante que les fongicides précédents. Ils ont quand même une influence remarquée sur le développement diamétral (**fig. 8, 9, 10, 11 et 12**).

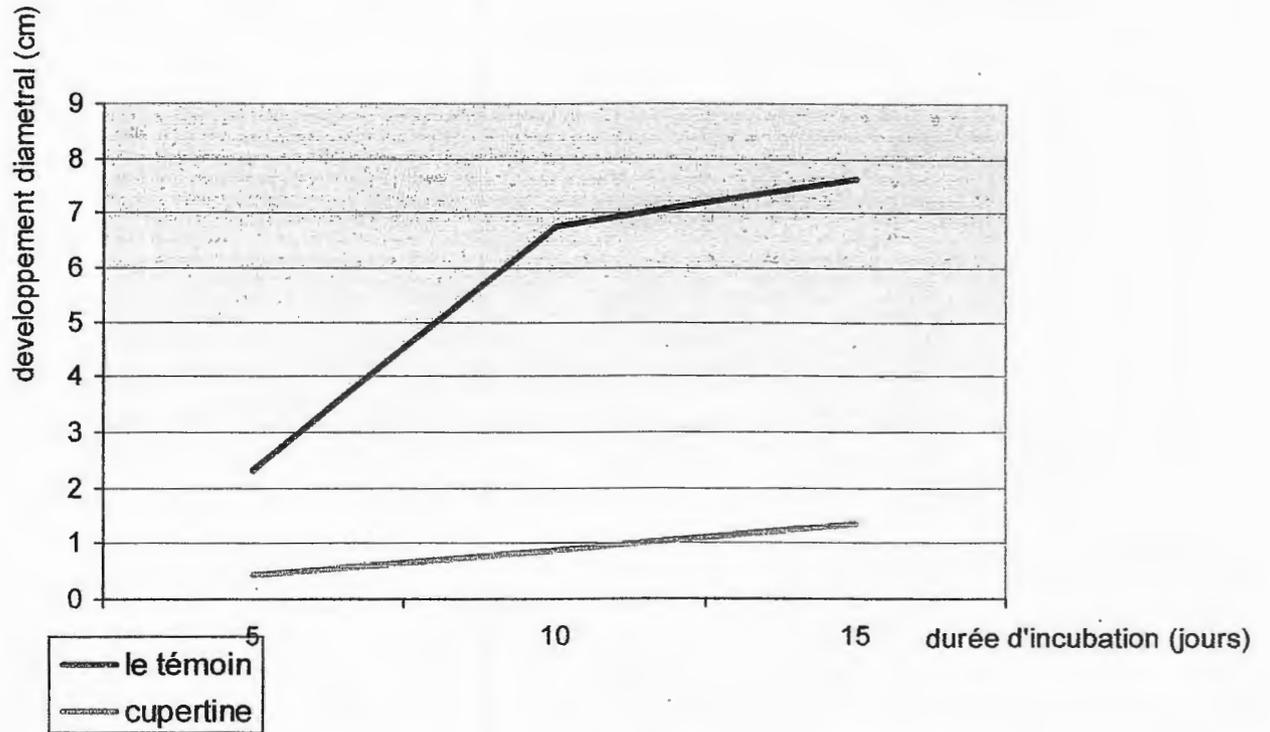


Figure n° 8 : Influence du Cupertine sur le developpement diamétral du *P. infestans*.

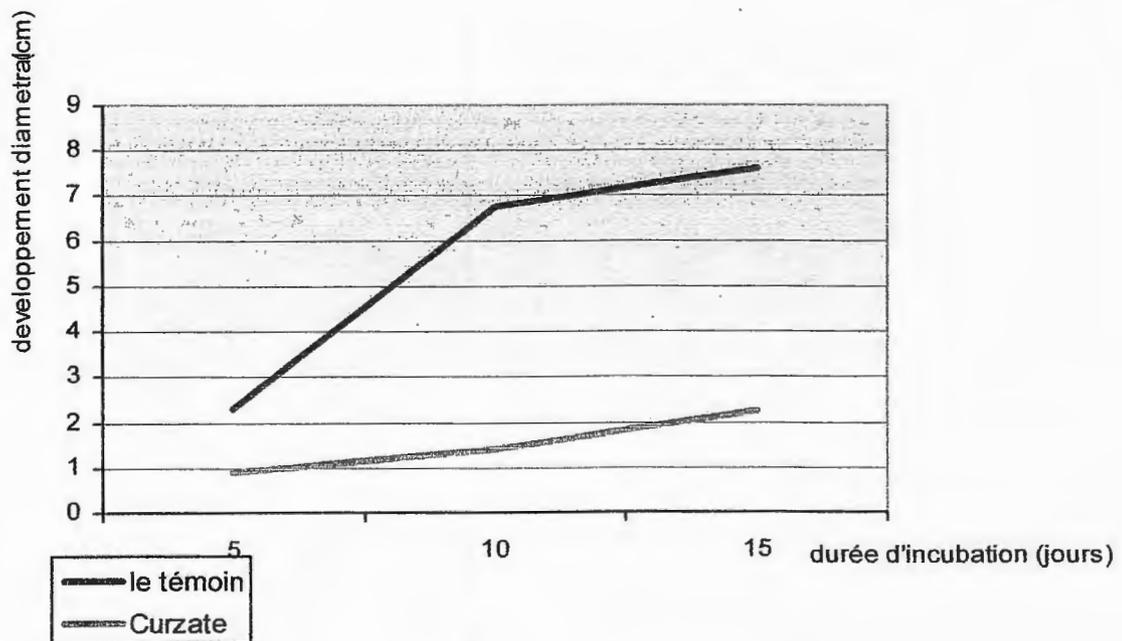


Figure n° 9 : Influence du Curzate sur le developpement diamétral du *P. infestans*.

developpement diametral (cm)

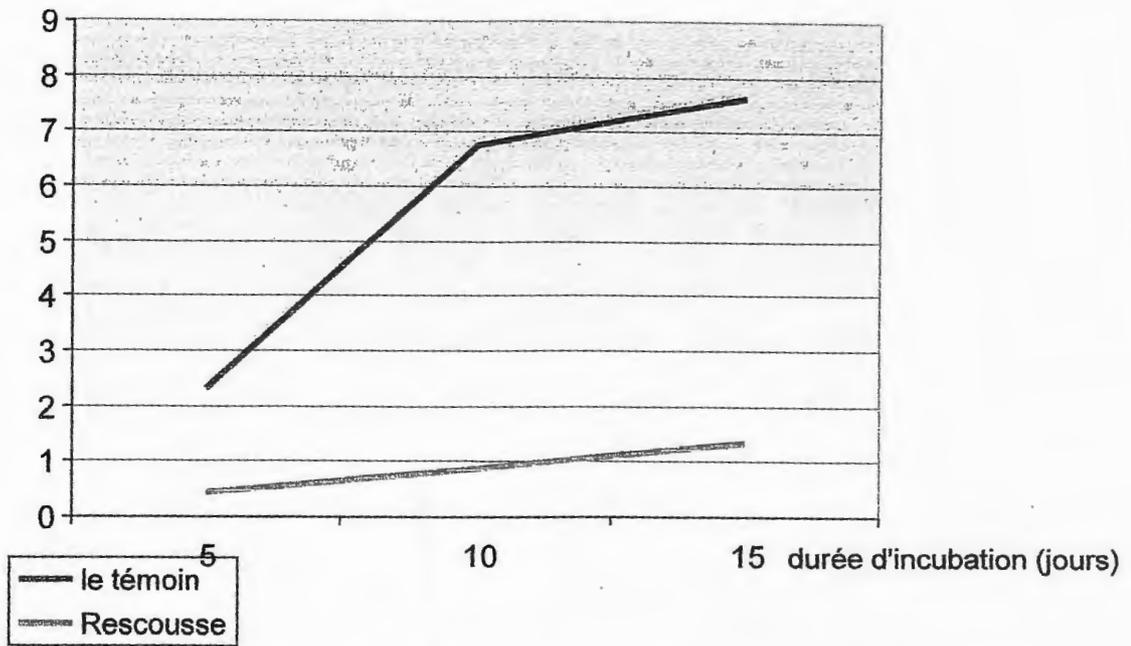


Figure n°10 : Influence du Rescousse sur le du diamétral du *P.infestans*.

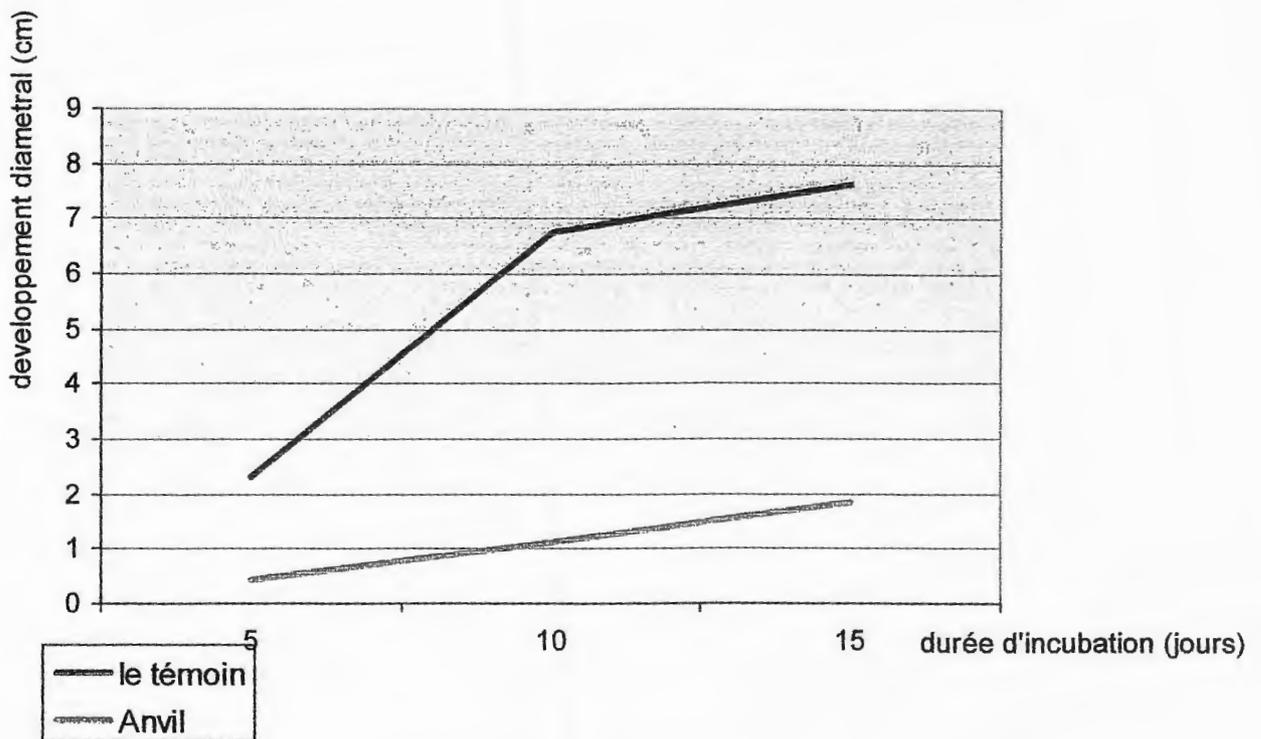


Figure n°11 : Influence d'Anvil sur le developpement diamétral du *P. infestans*.

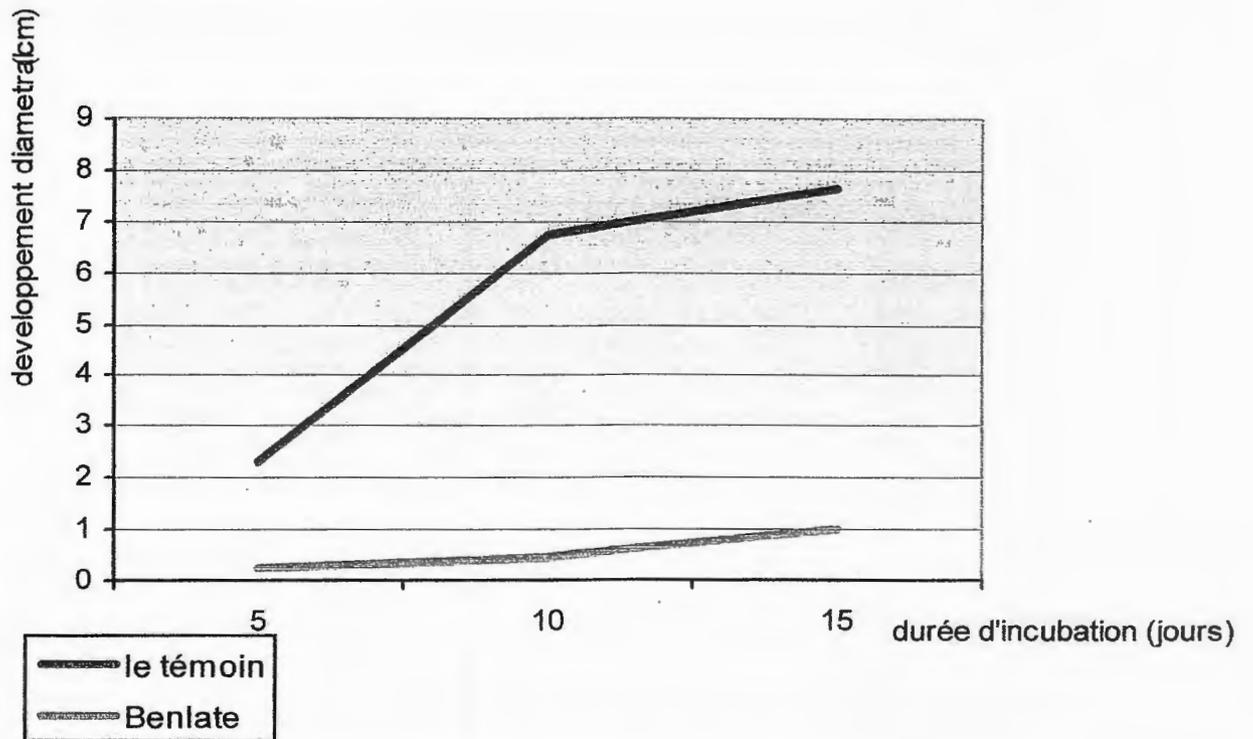


Figure n°12 : Influence du Benlate sur le développement diamétral du *P.infestans*.

Alors que les fongicides : Manebe et Antracol n'ont montré presque aucun changement par rapport au témoin . Ils n'ont par conséquent aucune influence sur le développement diamétral (fig. 13 et 14).

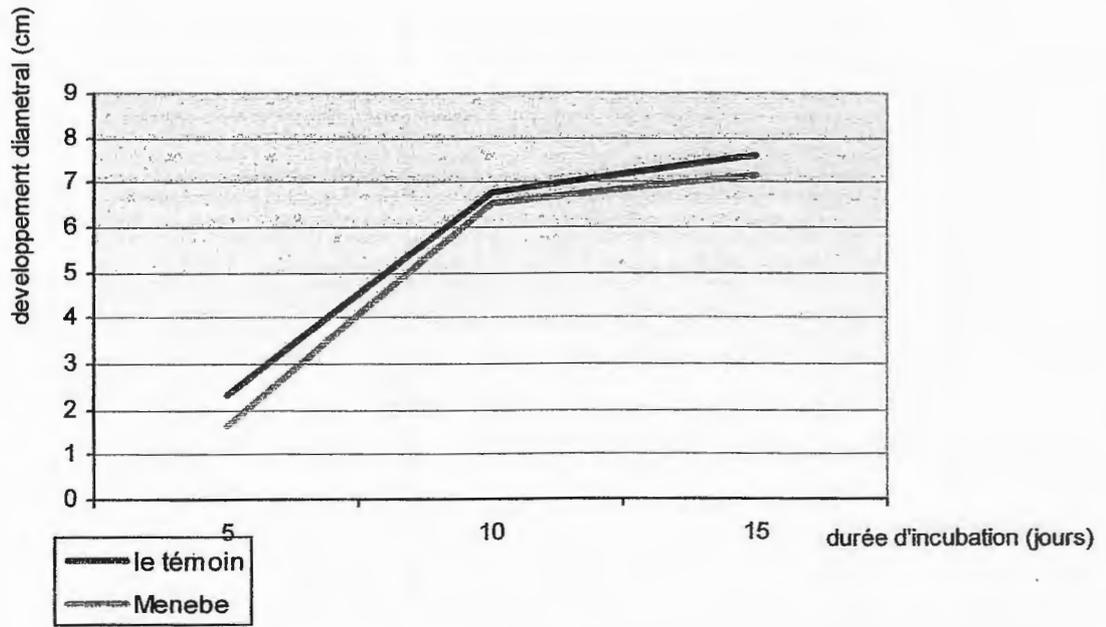


Figure n°13 : Influence du Manèbe sur le developpement diamétral du *P. infestans*.

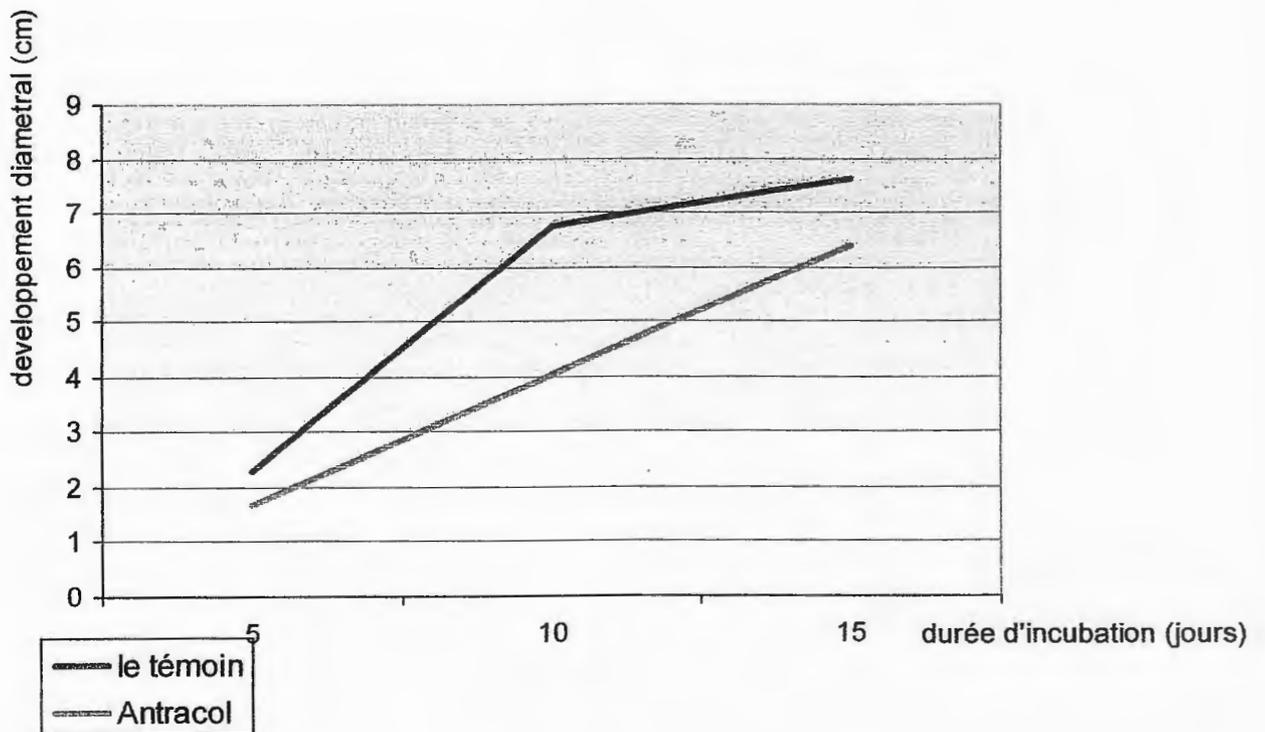


Figure n°14 : Influence d'Antracol sur le developpement diamétral du *P. infestans*.

### **II.1.3. Conclusion**

Après avoir terminé la première étape menée sur l'étude de la sensibilité-résistance de plusieurs fongicides vis à vis du champignon *P.infestans* par la méthode des colonies, on constate que les fongicides : **Euparine, Fingi stop, Armetyl c, Galben m** et **Equation pro** sont pourvues d'une grande efficacité sur le champignon inhibant ainsi complètement la croissance des colonies. Il est donc conseillé aux agriculteurs d'employer ce genre de fongicides afin d'anéantir cette maladie.

En outre, on constate que le **Manèbe** et l'**Antracol** n'ont aucune influence sur la croissance du champignon, il est donc déconseillé de les utiliser.

Pour les autres fongicides tels que : l'**Anvil, Benlate, Curzate, Rescousse** et **Cupertine** on peut les utiliser combinés à d'autres spécialités au début de l'apparition de la maladie vu qu'ils ont diminués légèrement le développement des colonies.

## **II.2. La germination des spores**

### **II.2.1. Résultat**

La germination des spores est étudiée en employant les concentrations en suspension des spores mentionnées dans le tableau n°3 suivant :

Tableau n° 3 : Concentration ( $\times 10^5$ ) en spores/ml utilisées pour la germination du champignon  
*P. infestans*.

Fongicide Répétitions	Témoin	Anvil	Benlate	euparine	Curzate	Manèb	Armétil	Galben	Antracol	Rescousse	Fungistop	Cupertine	Equation pro
1	1.08	0.1	0.33	-	0.52	1.5	-	-	0.88	0.25	-	0.16	-
2	1.3	0.4	1.01	-	0.45	0.8	-	-	1.00	0.19	-	0.20	-
3	0.84	0.16	0.42	-	0.71	1.1	-	-	0.83	0.30	-	0.44	-
4	1.16	0.25	0.38	-	0.83	0.7	-	-	1.45	0.42	-	0.52	-
5	1.78	0.3	0.73	-	0.35	0.58	-	-	0.98	0.53	-	0.6	-
Moyenne	1.232	0.242	0.574	-	0.572	0.936	-	-	1.028	0.338	-	0.384	-

Pour cette méthode, on constate que les fongicides ont des influences disproportionnées sur le taux de germination des spores par comparaison au témoin (92%). C'est le cas par exemple de L'**Anvil**, du **Benlate**, du **Curzate**, du **Rescousse** et du **Cupertine** dont le pourcentage de germination est respectivement de 30%, 35%, 38%, 36,5% et 28%.

Ou le cas des fongicides **Manèbe** et **Antracol** ayant montré des taux plus élevés à savoir 89% pour le premier et 81% pour le second (**tab.4**).

**Tableau n°4 : Influence des fongicides utilisés sur le taux de germination (en %) des spores du champignon *P. infestans* pendant 15 jours après 24 heures d'incubation à 25°C.**

Fongicide Répétitions	Fongicide												
	Témoin	Anvil	Benlate	euparin e	Curzate	Manèb	Armetil	Galben	Antracol	Rescousse	Fungistop	Cupertine	Equation pro
1	98	45	56	-	37	89.5	-	-	70	39	-	25	-
2	89	65	75.5	-	35	87.5	-	-	39.5	29	-	28.5	-
3	93	55	66.5	-	30	89	-	-	75	42.5	-	34.5	-
4	94	51	57	-	45	88.5	-	-	49.5	37.5	-	20.5	-
5	86	59	70	-	48	90.5	-	-	65	33.5	-	31.5	-
moyenne	92	55	65	-	38	89	-	-	81	36.5	-	28	-

### **II.2.2. Discussion**

D'après les résultats obtenu par la méthode dite « des concentrations », on remarque que le **Curzate**, le **Rescousse** et le **Cupertine** ont tous une remarquable influence sur la germination des spores alors que pour les deux autres fongicides **Anvil** et **Benlate**, ceux-ci ont une influence moyenne sur la germination des spores par rapport au témoin. (**fig.15**).

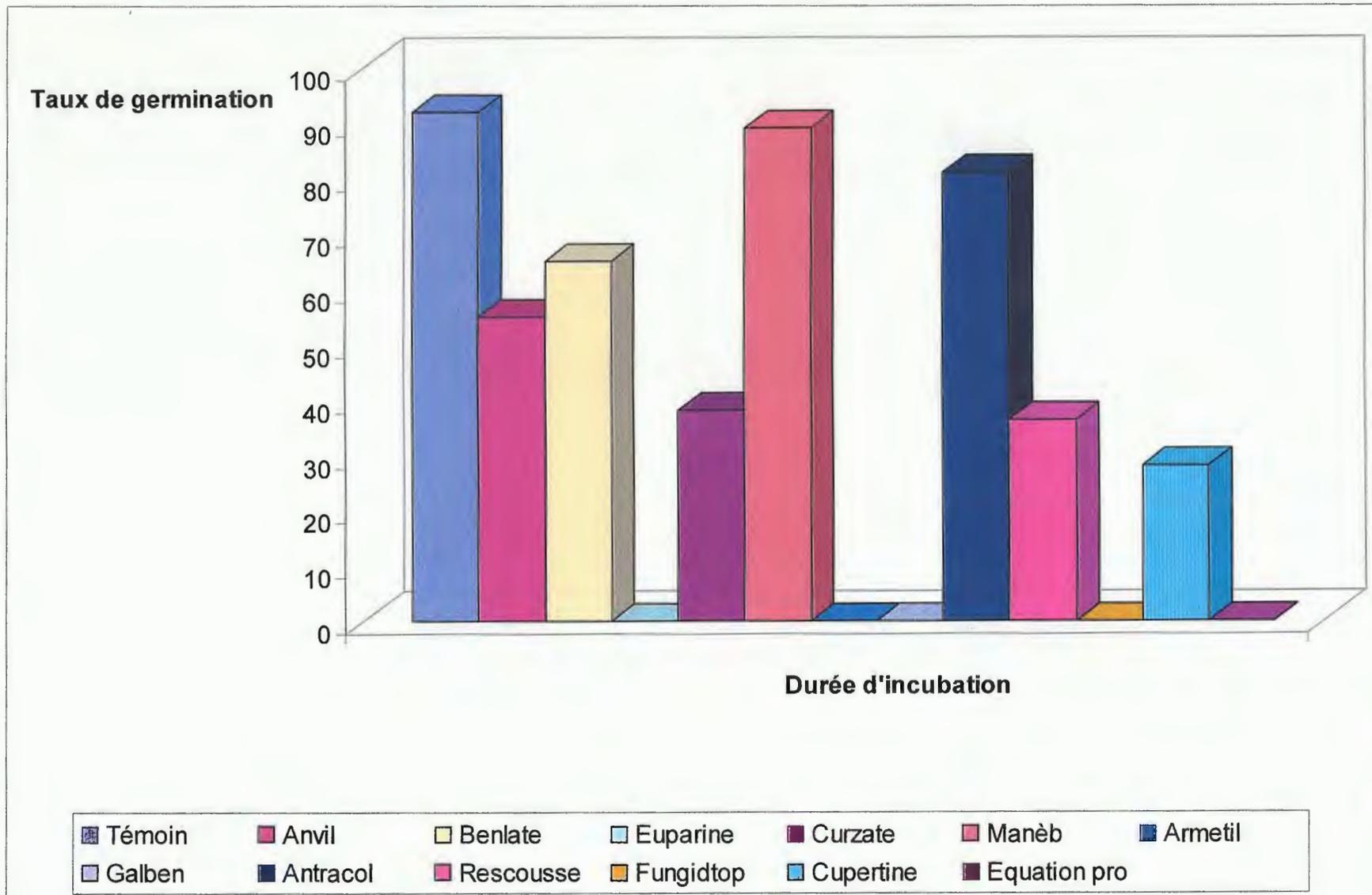


Figure n° 15 : Influence des fongicides sur le taux de germination du *Phytophthora infestans*.

### **II.2.3. Conclusion**

Suite aux résultats obtenues par cette méthode et après leur interprétation, on peut conclure que les fongicides **Euparine**, **Fungi stop**, **Armétyl**, **Galben m** et **Equatiou pro** ont pu inhiber en grande partie la germination des spores du champignon étudié. Ces produits semblent être donc efficaces pour combattre le mildiou de la pomme de terre sur le terrain.

Pour ce qui concerne les spécialités **Manèbe** et **Antracol**, celles-ci n'ont malheureusement aucune influence sur la maladie, il vaudrait mieux donc de les éviter.

## CONCLUSION GENERALE

A la lumière de cette étude théorique et pratique sur les tests fongicides contre le mildiou de la pomme de terre causé par *P. infestans*, nous avons constaté que cette épidémie est la plus dangereuse des maladies de la pomme de terre. Elle compromet les rendements et déprécie beaucoup la récolte allant même jusqu'à la perte totale de la production. La température et l'humidité sont les deux principaux facteurs qui favorisent l'apparition des symptômes.

D'après les essais que nous avons réalisés in vitro sur le champignon *P. infestans* vis-à-vis des fongicides; nous avons constaté que les nouvelles molécules **Euparine**, **Fungi stop**, **Armetyl c**, **Galben m** et **Equation pro** sont pourvus d'un grand pouvoir d'inhibition du champignon soit pour la méthode des colonies ou celle des concentrations, anéantissant sûrement par la suite, in vivo, la maladie.

C'est pour cela qu'il est préconisé pour les agriculteurs d'employer ce type de pesticides en respectant bien sûr leurs doses respectives.

En outre, nous avons constaté que bien que l'**Anvil** et le **Benlate** sont théoriquement des anti-oïdiums, mais cela ne les a pas empêché d'être également efficaces contre le mildiou.

Nous avons montré aussi que le champignon *P. infestans* à une résistance aux **Manèbe** et **Antracol** qui sont deux fongicides classiques.

Mais quelques soit les produits disponibles pour l'agriculteur, la ligne de conduite essentielle reste d'empêcher préventivement (par les moyens déjà cités) le mildiou de s'installer dans la parcelle.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- AGRIOS G. N., 1988.  
Plant pathology 3<sup>ème</sup> édition.
- 2- AGNIHOTRI V.P., SINGH N., CHAUBE H. S ,1989.  
Perspectives in phytopathology.
- 3- AUBINEAU Michel, BERMOND Alain, BOOGLER Jacque, BERTRAND Ney et ROGERESTRADE JEAN, 2003.  
Larousse agricole ; PP.498-501.
- 4- ALANSO Francisco Javier et EGIPSYSANCHEZ Virginia Souza, 1999.  
Le jardin potager, Version fertilité, EDDL - Paris ; PP.43-45.
- 5- ANONYME ,1978.  
Document Technique. TOME 5 ; PP.7-8.  
Centre Nationale Pédagogique Agricole.
- 6- ANONYME ,1980.  
Le mildiou de la pomme de terre. Document technique.
- 7- BULL ,1999.  
Bulletin de liaison et d'information du PNNTA N°52.
- 8- BEGEL ,1979.  
Les nouveaux fongicides utilisables dans la lutte contre le mildiou de la pomme de terre. Fiche technique N° 391.
- 9- BEDIN P., 1980.  
La pomme de terre. Fiche technique N° 68. Institut technique de la pomme de terre.
- 10- COOK R. J., 1992.  
Phytopathology, Annual review.
- 11- CROSNIER J. C., 1980.  
La protection contre le mildiou de la pomme de terre.  
Fiche technique N° 1815.

- 12- CLIMENT J.M., 1999.  
Larousse agricole ; P. 878.
- 13- EVERS Daniel, 2003.  
Caracterisation of differentially expressed genes during late blight disease developpement in potato.
- 14- HALL R.A., 1981.  
Laboratory studies on the effects of fungicides. Acaricides and insecticides on entomopathogenie fungus, *Verticillium lecanii* Entomol; P.39.
- 15- LIMASSET P., DARPOX N, 1951.  
Principes de pathologie végétale; PP.72-74.
- 16- MOUBARKI Abdelkrim, 1987.  
Essai d'utilisation des doses croissantes de litière de volaille sur la culture de pomme de terre (primeur) variété "OSTARA" Mémoire de fin d'étude.  
Institut de technologie agricole.  
Université de Mostaganem.
- 17- ROUIBAH M, 1989.  
Contribution à l'étude de flétrissement du pois-cliche en Algérie.  
Thèse d'ingénieur en agriculture. Institut national agronomique, El Harrach (Alger).
- 18- RAPILLY F., 1968.  
Les techniques de la mycologie en pathologie végétale.  
Ann. Epi phyt. , N° 19; PP.102.
- 19- RIEUF Paul ,1993.  
Clé d'identification des champignons rencontrés sur les plates Maraîchères ; PP.21, 22.  
Institut National de La Recherche Agronomique, Paris.
- 20- SABATIER P.P., 2000.  
Les richesses ignorées des pommes de terre.  
Fiche technique N° 18.

21- TREMOLIERE et al, 2000.

Le profil nutritionnel de la pomme de terre.

Fiche technique N° 45.

22- VIENNOT G. et BOURGIUN, 2000.

Phytopathologie ; PP : 20-24.

## *Sites Internet :*

1. [w.w.w.yahoo.com](http://w.w.w.yahoo.com) encyclopedia.com.
2. [w.w.w.multimania.com/bamoun](http://w.w.w.multimania.com/bamoun).
3. [w.w.w.science.siu.ed-/plant-biology/ugent.1necos/ugent01nlm](http://w.w.w.science.siu.ed-/plant-biology/ugent.1necos/ugent01nlm).
4. [w.w.w.Lavoisier.Fr/notice/Fr2864922880.html-18K](http://w.w.w.Lavoisier.Fr/notice/Fr2864922880.html-18K).
5. [w.w.w.altern.org/cntta/](http://w.w.w.altern.org/cntta/).
6. [w.w.w.inra.fr/internet/produits/Hyp3/pathogene/3phyint.html-7K](http://w.w.w.inra.fr/internet/produits/Hyp3/pathogene/3phyint.html-7K).
7. [w.w.w.membres.lycos.Fr/marocagri/pages/685](http://w.w.w.membres.lycos.Fr/marocagri/pages/685).

# **Annexe**

## ANNEXE I

**Calcium : 8 mg**

**Cendres : 1,23%**

**Eau : 75,77%**

**Fer : 0,7 mg**

**Fibre : 2%**

**Hydrates de carbone : 21%**

**Lipides : 0,25%**

**Protéines : 1,56%**

**Phosphore : 56 mg**

**Potassium : 570mg**

**Sodium : 7mg**

**Vitamine C (Acide ascorbique) : 10 - 40 mg**

**Vitamine B1 (Thiamine) : 0,1 mg**

**Vitamine B2 (Riboflavine) : 0,003 mg**

**Valeur énergétique : 72-80 calorie**



## **ANNEXE II**

### **Milieu de culture**

#### **1) Milieu PDA(potato-dextro-agar)**

-Pomme de terre	250 g.
-Glucose	20 g.
-Agar	20 g.
-Eau distillée	1000ml.

#### **2) Milieu OGA(oxytétracycline-glucose-agar)**

-Extrait de levure	5 g.
-Glucose	20g.
-Agar	20 g.
-Eau distillée	1000ml.

Réalisé par :  
AMIEUR Lynda  
ARROUDJ Samia  
KENIOUA Assia

Eucadreur:  
ROUIBAH Moad

**Thème :**

**Essai d'un traitement fongicide sur le mildiou de la pomme de terre**

**Phytophthora infestans.**

**المخلص:**

من خلال التجارب العملية المجرأة مخبريا على الفطر *Phytophthora infestans* المتسبب الرئيسي لمرض اللقحة المتأخرة الذي يصيب محصول البطاطا المعامل بعدة مبيدات فطرية بالتركيز المنصوح بها باستعمال طريقتين حساب القطر والتركيز البوغية. تبين أن استعمال المبيدين Antracol و Manèbe ليس لهما أي تأثير على نمو الفطر، أما عند استعمال المبيدات Anvil, Benlate, Rescoussé, Curzate, Cupertine, فقد كان لهم تثبيط جزئي على النمو الفطري.

في حين استعمال المبيدات Euparine, Armetyle, Galbene, Fungi stop, Equation pro أدى إلى تثبيط كلي لنمو الفطر، لذا ينصح باستعمالها في مكافحة الكيمائية ضد مرض اللقحة المتأخرة الذي يصيب البطاطا.

**كلمات المفتاح:**

*Phytophthora infestans*, اللقحة المتأخرة، البطاطا، المبيدات الفطرية، النمو.

**Résumé:**

D'après les expériences pratiques appliquées au laboratoire sur le champignon *P. infestans* l'agent causale du mildiou de la pomme de terre, qui a été traité par une dizaine de fongicides selon deux méthodes: la mesure du diamètre et la concentration en spore, montre que l'utilisation des deux fongicides : le MANEBE et l'ANTRACOL n'ont aucune influence sur la croissance du champignon, c'est pour ça, on conseille d'éviter aux agriculteurs leur utilisation. Mais lorsque on utilise les fongicides : ANVILE, BENLATE, CURZATE, CUPERTINE et RESCOUSSE, on a obtenu une inhibition partielle de croissance.

Alors que l'utilisation des fongicides : EUPARINE, ARMETIL, GALBEN, FUNGISTOP et EQUATION PRO, a causé une inhibition totale de la croissance du champignon, c'est pour qu'il est préconisé l'utilisation de ces fongicides dans la lutte chimique contre le mildiou de la pomme de terre.

**MOTS CLES :**

Phytophthora infestans, le mildiou, la pomme de terre, les fongicides, la croissance.

**Summary**

According to the practical experiments applied to the laboratory to the *P. infestans* mushroom the agent causal of the blight of potato, which was treated by ten-line stanzas of fungicides, shows that the use of two fungicides: the MANEBE and the ANTRACOL do not have any influence on the growth of mushroom, it is for that, one advises avoids their use. But when fungicide is used ANVILE BENLATE CURZATE CUPERTINE and RESCUE, one obtained an inhibition partial of growth.

Whereas the use of fungicides: EUPARINE, ARMETIL, GALBEN, FUNGISTOP and EQUATION PRO caused a total inhibition of the growth of mushroom, it is for that one advises the use of these fungicides in the chemical fight against the mildew of potato.

**Key Words:**

Phytophthora infestans, blight, the potato, fungicides, growth.