

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

Mr KABA Hamza

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN AGRONOMIE

Spécialité : Protection des cultures

THÈME

**Prospection, isolement et purification d'isolats
d'*alternaria* sp., Sur la culture de pomme de
terre de saison dans la wilaya de Mostaganem**

Soutenu le : 13/09/2018

DEVANT LE JURY

Président	Mr YUCEF BENKADA. M.	Professeur	U. Mostaganem
Encadreur	Mr BENDAHMEN. B.S.	Professeur	U. Mostaganem
Examinatrice	Mme OUADAH. F.	Magister	U. Mostaganem

Thème réalisé au laboratoire de protection des végétaux.

Année universitaire 2017/2018

Table des matières

Remerciements	
Dédicace	
Liste des figures	
Liste des photos	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Résumé	

Partie I : Revue bibliographique

Introduction	1
Chapitre 1 : Généralité sur la pomme de terre	
I. La culture de la pomme de terre.....	2
1.1. Dans le monde.....	2
1. 2. Situation en Algérie	2
2. Les différents types de cultures de pomme de terre.....	3
2.1. La culture de primeur	3
2.2. La culture de saison.....	3
2.3. La culture d'arrière-saison.....	3
3. Les régions de production de la pomme de terre en Algérie.....	3
3.1. L'Ouest	3
3.2. Le Centre.....	3
3.3. L'Est.....	3
3.4. Le Sud du pays.....	3
4. Evolution des superficies et production-Rendement de la pomme de terre dans la régions de Mostaganem.....	5
II. Description de la plante.....	6
1. Taxonomie.....	6
2. Morphologie de la plante.....	6
2.1. Partie aérienne.....	6
2.1.1. Tiges.....	6
2.1.2. Feuilles.....	6
2.1.3. Fleurs.....	6
2.1.4. Fruits.....	6
2.2. Système souterrain.....	7
2.2.1. Racines.....	7

2.2.2. Stolons.....	7
2.2.3. Tubercule.....	7
III. Cycle végétatif de la pomme de terre.....	8
1. Germination.....	8
2. Croissance.....	8
3. Tubérisation.....	8
4. Maturation des tubercules.....	8
5. Repos végétatif.....	8
IV. Exigences culturales de la pomme de terre.....	10
1. Température.....	10
2. Fertilisation.....	10
3. Photopériode.....	10
4. Sol.....	10
5. pH.....	10
VII. La valeur nutritionnelle de la pomme de terre.....	11
VIII. complexe parasitaire de la pomme de terre	12

Chapitre 2 : Généralités sur l'alternariose

I- 1-Généralités sur les <i>Alternaria sp.</i>	13
2- Cycle de développement de <i>Alternaria sp.</i>	16
II- Descriptif et développement de la maladie	17
1- Symptômes sur feuilles	17
2- Symptômes sur tubercules	19
III- Causes de la maladie et de son extension	20
IV-Prévention et lutte	20
1- Bonnes pratiques et pratiques évitant les stress	20
2- Pulvérisations préventives	20

Partie II : Etude expérimentale

Chapitre 1 : Matériel et méthodes

1. Objectif.....	21
2. Prospection et localisation des zones d'étude.....	21
1. Situation géographique.....	21
2. Le climat prépondérant sur la zone.....	21

3. Prospections	22
3. Echantillonnage	23
4. Isolement de l'agent pathogène	24
5. Purification du parasite.....	25
6. Identification des champignons pathogènes	25
6.1. Etude macroscopiques	25
6.2. Etude microscopique	25
6.2.1. Observation directe.....	25
6.2.2. Culture monospore	25
6.2.3. Mesure de la sporulation fongique	27
7. Conservations des isolats	27
8. Mesure de la croissance mycélienne et la sporulation	27
8.1. Effet des différents milieux de culture	29
8.2. Effet du pH	30

Chapitre 2 : Résultats et discussion

I. Estimation de l'indice de l' <i>alternaria sp.</i> , Repartition géographique et analyse des cause qui responsables de son apparition	31
I.1. Estmation de l'indice de l' <i>alternaria sp.</i>	31
I.2. Répartition géographique des foyers de la maladie.....	31
I.3. Analysé les circonstances qui ont provoqué l'apparition des symptômes de l'alternariose sur pomme de terre.....	34
II. Isolement et purification de <i>Alternaria sp.</i>	37
II.1. les caractères culturaux des isolats d' <i>Alternaria sp.</i>	37
II.2. Effet du pH sur la croissance mycélienne.....	40
II.3. Effet du milieu sur la croissance mycélienne.....	41
II.4. Effet du pH et milieu de base sur la sporulation	42
III . Discussion	43
Conclusion	45
Références bibliographiques	
Annexes	

Remerciements

En préambule à ce mémoire nous remerciant ALLAH qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant ces longues années d'étude.

Nous souhaitant adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.

Ces remerciements vont tout d'abord au corps professoral et administratif du département Agronomie, pour la richesse et la qualité de leur enseignement et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.

Nous tenant à remercier sincèrement Monsieur BENDAHMANE Boubekar seddik et M^{me} OUADAH Fatiha se sont montrés à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi que pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'ils ont bien voulu me consacrer. On n'oublie pas nos parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours encouragés au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.

Dédicaces

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradis, à toi mon père.

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore.

Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour, à tous mes frères: ABDELKARIM , YOUNES , AYOUB et mes sœurs: ZOUHRA , ZINEB ,HALIMA , je dédie ce travail dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, aides, et encouragements.

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagné durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amis, camarades d'études, et frères de cœur, toi AHMED , ABDELKADER, CHARIF et TOFIK , MOHAMMED AMINE , DJAMEL , ABDESSAMED , ZAKI...

HANZA

Liste des figures

Fig. 1: Superficie du maraichage durant la période 2000-2009 et 2010-2017.....	2
Fig. 2: Répartition géographique de la culture de pomme de terre en algérie.....	4
Fig. 3: Répartition de la superficie de la pomme de terre en 2013.....	4
Fig. 4 : plants de pomme de terre	9
Fig. 5: Cycle végétatif de la pomme de terre.....	9
Fig 6 : Composition chimique du tubercule de pomme de terre.....	11
Fig 7 : Localisation sur la plante des principales maladies fongiques et bactériennes de la pomme de terre (I.T.C.F., 1998).....	12
Fig. 8: Représentation des différents stades de développement des spores et conidiophores d' <i>Alternaria alternata</i>	13
Fig 9: Phylogénie des champignons <i>Ascomycètes</i> déduite de l'analyse des séquences protéiques de la sous-unité 2 de l'ARN polymérase II.....	14
Fig 10 : conidies et conidiophores de <i>A.solani</i>	15
Fig. 11 : Cycle de développement de <i>Alternaria sp.</i> (Warton and Kirk, 2012).....	16
Fig. 12 : symptômes sur feuilles.....	17
Fig. 13 : taches causées par l' <i>alternaria</i>	18
Fig. 14: symptômes sur tubercule.....	19
Fig. 15: La position de la Wilaya de Mostaganem (ANIREF,2013).....	22
Fig.16: les zones a prospectes dans la wilaya de Mostaganem (google Maps,2018).....	22
Fig.17: Etapes d'isolement de l'agent pathogène.....	23
Fig.18: Etapes de prélèvement de conidies sur feuilles par la méthode du ruban adhésif (scotch)	24
Fig. 19: Etape de la technique monospore.....	25
Fig. 20 : Etapes pour la mesure de la sporulation	26
Fig 21 : Mesure de la croissance mycélienne (face inférieure et supérieure)	27
Fig 22 : différents milieux de culture	28
Fig.23 : Répartition géographique des foyers d' <i>alternaria</i> sur pomme de terre	29
Fig.24 : Conditions climatiques favorisable à <i>Alternaria</i> de pomme de terre en mars 2018 à Mostaganem.....	31
Fig.25 : Périodes d'attaque par <i>alternaria</i> de pomme de terre en fonction des condition climatique favorable (T°;pluviométrie).....	31
Fig 26 : Tache d' <i>Alternaria sp.</i> sur feuille de pomme de terre sur les feuille	33

Fig 27: Face supérieure et inférieure de feuille infectée de pomme de terre par <i>alternaria sp.</i>	33
Fig 28: Phytotoxicité sur pomme de terre	34
Fig 29: Isolats purifiés.....	36
Fig.30: Mycélium d' <i>aletrmaria sp.</i>	37
Fig 31: Conidie d' <i>aletrmaria sp.</i>	37
Fig.32 : Effet du pH sur la croissance mycélienne.....	38
Fig.33 : Effet du milieu de base sur la croissance mycélienne	39
Fig.34 : Effet du milieu de base sur la croissance mycélienne.....	40

Liste des tableaux

Tableau 1: Evolution des superficies et production et rendement de la pomme de terre entre 2003- 2017 dans la région de Mostaganem. (DSA, 2018).....	5
Tableau 2: Echelle de notation de vitesse croissance et la sporulation des souches testés.....	28
Tableau 3 : prospections sur terrain de l'Alternariose de la pomme de terre dans la wilaya de Mostaganem.....	32
Tableau 4: Caractères cultureux des isolats d' <i>Alternaria sp.</i> sur milieu PDA....	37

Liste des abréviations

% : Pourcentage

°C : degré Celsius

cm : centimètre

D : diamètre de la colonie.

d : diamètre de l'explant.

DSA : direction des services agricoles

FAO : food agriculture organisation

g : gramme

Ha : hectare

Kg : kilogramme

L : croissance mycélienne.

m : mètre

ml : millilitre

mm : millimètre

P.S.A : milieu à base d'agar, de saccharose et pomme de terre

P.D.A : Potato dextrose agar

f.sp. : forme spécial

Fig. : figure

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les légumes constituent la composante la plus importante et la moins coûteuse d'une alimentation équilibrée, compte tenu de leurs valeurs nutritives élevées et indispensables pour le corps humain.

De ce fait, il y a une demande croissante de solanacées dans le marché algérien, principalement pour la tomate et la pomme de terre.

La pomme de terre (*Solanum tuberosum L.*) est considérée comme l'une des principales ressources alimentaires et financières des populations à l'échelle mondiale, c'est la principale denrée non céréalière dans le monde. Elle figure au quatrième rang des principales cultures vivrières, après le maïs, le blé et le riz. (FAOSTAT, 2010).

En Algérie la pomme de terre est la première culture maraîchère du point de vue superficie, avec plantée de 156 176 ha et une production de 46 735 155 quintaux avec un taux de rendement de 299,2 qx/ha, elle tient une place importante. (FAOSTAT, 2015).

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

Cependant, comme toute autre culture, la pomme de terre est sujette à des attaques de parasites qui peuvent occasionner des pertes très importantes en affectant aussi bien la qualité que la quantité du produit.

Notre travail vise à réaliser une enquête d'estimation d'infestation de la pomme de terre par *Alternaria sp.* des quelques zones dans la wilaya de Mostaganem.

Les étapes utilisées pour poser un diagnostic phytopathologique sont de deux types.

- La première étape concerne l'analyse des symptômes et des circonstances entourant l'apparition et le développement de la maladie (étape de saisie des données) ; elle permet de formuler des hypothèses sur l'agent causal.
- La seconde étape permet de valider les hypothèses formulées en s'appuyant sur des techniques de laboratoire.

I. La culture de la pomme de terre

1.1. Dans le monde:

Le situation de la pomme de terre au niveau mondial est en pleine évolution. Selon la FAO, jusqu'au début des années 1990, l'essentiel de la production et de la consommation de la pomme de terre était concentré en Europe, en Amérique du Nord et dans les pays de l'ex-Union soviétique. Depuis lors, la production et la demande ont augmenté en Asie, en Afrique et en Amérique latine, où la production est passée de 30 millions de tonnes au début des années 1960 à plus de 391 millions de tonnes en 2014 (FAOSTAT, 2018).

1.2. Situation en Algérie:

La pomme de terre constitue l'un des programmes prioritaires de la politique de renouveau de l'économie agricole et rurale en Algérie; sa superficie est estimée à 130 000 ha annuellement, soit 30 % de la superficie totale consacrée aux cultures maraîchères (MADR 2013).

La superficie du maraichage a enregistré une augmentation de +44% durant la période 2010-2017 par rapport à la période précédente 2000-2009. (fig.1)

Les superficies réservées à la pomme de terre et l'oignon ont également connus des augmentations, situées respectivement à + 68% et + 35%, et ce en comparaison des périodes 2010-2017 et 2000-2009.

La production moyenne du maraichage a enregistré une hausse significative durant la période 2010-2017 atteignant + 121% par rapport à la période 2000-2009.

La pomme de terre et l'oignon qui représentent respectivement plus de 36% et plus 12% de la production maraichairs ont enregistré une évolution respectivement de +143% et + 102%.(MADR 2018).

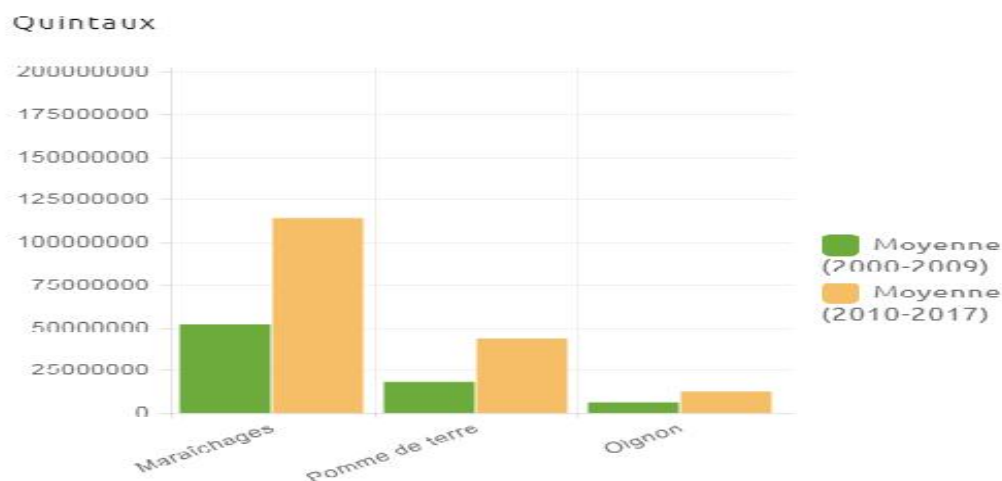


Fig. 1: Superficie du maraichage durant la période 2000-2009 et 2010-2017.

2. Les différents types de cultures de pomme de terre:

En Algérie, la pomme de terre est cultivée selon trois types de culture caractérisés selon le climat en trois catégories: culture de primeur, de saison et d'arrière-saison. (Regueig, 2008).

2.1. La culture de primeur:

Elle est pratiquée surtout sur le littoral sous des températures modérées avec absence de gel et dans certaines régions du sud (El Oued, Adrar), cela concerne environ 5000 ha; la plantation a lieu en Octobre, Novembre et la récolte en Février mars.

2.2. La culture de saison:

Se pratique dans toutes les régions et concerne environ 50000 ha, dont la mise en place de la culture est réalisée en Janvier au littoral, en Février- Mars dans les plaines, en Mars pour les Hauts Plateaux et la récolte en Mai –Juin.

2.3. La culture d'arrière-saison:

Se pratique dans des zones à grande possibilité d'irrigation où presque tout le cycle se déroule en absence de pluie, cela concerne environ 34000 ha.

Au littoral, la mise en place de la culture se fait en Aout-Septembre, et en Juillet sur les Hauts Plateaux, les récoltes en Octobre –Décembre.

3. Les régions de production de la pomme de terre en algérie:

La répartition géographique de la culture de pomme de terre est fortement influencée par les conditions agro climatiques et par les possibilités d'irrigation.

Selon les données du MADR (2007), la pomme de terre reste cultivée dans toutes les régions du pays (fig 2). Selon Chehat (2008), elle est répartie comme suit: (Fig 2 et 3)

3.1. L'Ouest:

Tlemcen, **Mostaganem**, Chlef, Tiaret, Mascara, avec une superficie de 24212 ha, soit 30,52 % de la superficie globale.

3.2. Le Centre:

Principalement dans les wilayates d'Ain Defla, Tipaza, Alger, Boumerdes, Bouira et Tizi Ouzou, couvrant une superficie de 24 426 ha (soit 30,79 % des superficies).

3.3. L'Est:

Dans les wilayates de Skikda, Guelma, Sétif, Mila et Batna, avec une superficie de plus de 8881 ha (soit 11,19 % des superficies).

3.4. Le Sud du pays:

Il s'agit de l'apparition récente du bassin spécifique d'El Oued, où la pomme de terre est devenue en quelques années, une spéculation majeure avec près de 7.000 hectares chaque année.

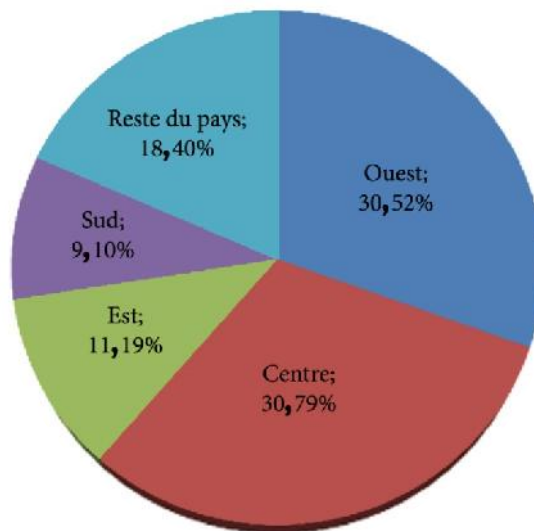


Fig. 2: Répartition géographique de la culture de pomme de terre en algérie.

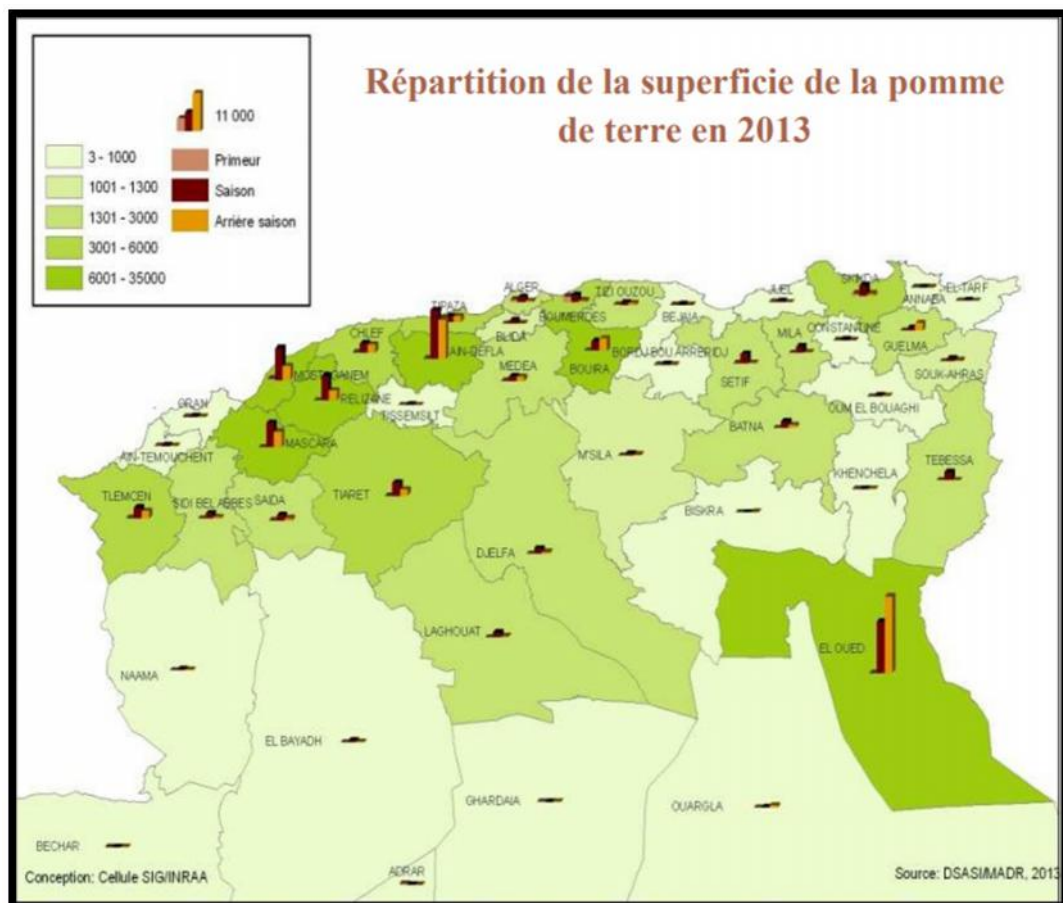


Fig. 3: Répartition de la superficie de la pomme de terre en 2013.

On Remarque la presence de la culture de pomme de terre dans l'ensembl du téritoire, avec une forte concentration d'El oued, Mascara, Mostaganem et Ain Defla.

4. Evolution des superficie et production-Rendement de la pomme de terre dans la region de Mostaganem

La culture de la pomme de terre dans la region de Mostaganem a connu un développement spectaculaire. Cet accroissement des superficies cultivées en pomme de terre était accompagné d'une importante augmentation des rendements. (Tableau 1)

Tableau 1: Evolution des superficie et production-Rendement de la pomme de terre entre 2003-2017 dans la region de Mostaganem. (DSA, 2018)

Année	superficie(Ha)	production (Qx)	Rendement (Qx/Ha)
2003	4777	986950	207
2004	4137	1013720	245
2005	4378	1277000	292
2006	4698	1345000	286
2007	3846	629868	164
2008	4988	1163869	233
2009	5848	1721025	294
2010	6754	1714929	254
2011	6241	1854964	297
2012	7470	2383770	319
2013	8589	2751930	320
2014	8623	2845590	330
2015	8800	2906420	330
2016	8860	2659280	300
2017	10377	3438424	331

II. Description de la plante

1. Taxonomie

Selon Boumiik (1995), la position systématique de la pomme de terre est la suivante :

Embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Gamopétales

Ordre: Polmoniales

Famille : Solanacées

Genre : *Solanum*

Espèce : *Solanum tuberosum* L.

2. Morphologie de la plante

La Pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) est une dicotylédone de la famille des solanacées (Feytaud, 1949). C'est une espèce herbacée vivace par ces tubercules, mais cultivée en culture annuelle (Rousselle et *al.*, 1996).

La plante est constituée de deux parties : (Fig.4)

2.1. Partie aérienne

Une touffe de pomme de terre comprend un nombre plus ou moins élevé de tiges principales d'abord dressées mais qui, avec l'âge, peuvent rester dressées ou devenir partiellement ou totalement rampantes, donnant à la plante un port plus ou moins étalé.

2.1.1. Tiges

Chaque plante est composée d'une ou plusieurs tiges herbacées de port plus ou moins dressé, le nombre de tiges est influencé par le calibre du plant, son âge physiologique, les conditions de conservation et de germination (Grison, 1983).

2.1.2. Feuilles

Elles sont alternées de types composées constituées d'importants nombres de folioles, emportés sur un pétiole terminé par une foliole unique (Neggaz, 1991).

Les folioles présentent de nombreux caractères distinctifs, mais assez fluctuants, notamment leur nombre, forme, couleur, pilosité et longueur des pétioles et pétiolules. Les jeunes feuilles sont densément recouvertes de poils soit longs et droits, soit courts et de type glandulaire (trichomes) (Cutter, 1978).

La nervation des feuilles est de type réticulé avec une plus grande densité de nervures vers le bord du limbe (Rousselle et *al.*, 1996).

2.1.3. Fleurs

Les fleurs de la pomme de terre sont disposées sur une inflorescence en cyme bipare, portée par un pédoncule plus ou moins long, fixé généralement au sommet de la tige. Elle est construite par 5 sépales, 5 pétales, 5 étamines, les fleurs ont des couleurs différentes blanches, bleutées, violacées et rouge-violacées, la coloration des fleurs est en fonction des variétés (Grison, 1983).

2.1.4. Fruits

Le fruit est une baie sphérique ou ovoïde de 1 à 3 centimètre de diamètre, de couleur verte ou brun violacé, jaunissant à maturité. Il contient généralement plusieurs dizaines de graines, petites, plates, réniformes, baignant dans une pulpe mucilagineuse provenant de la transformation de l'endocarpe du fruit (Rousselle et Robert, 1996).

2.2. Système souterrain

Le système souterrain représente la partie la plus intéressante de la plante puisqu'on y trouve les tubercules qui confèrent à la pomme de terre sa valeur alimentaire. L'appareil souterrain comprend le tubercule mère desséché et des tiges souterraines ou stolons (Rousselle et Robert, 1996).

2.2.1. Racines

De nombreuses racines adventives, fasciculées, qui naissent au niveau des nœuds enterrés des tiges feuillées, au niveau des nœuds des stolons et directement sur les tubercules au niveau des yeux (Rousselle et *al.*, 1996).

2.2.2. Stolons

Ce sont des tiges souterraines, diagéotropes mais qui ont parfois tendance à s'enfoncer dans le sol, en forme de crochet au sommet, avec des entre-nœuds long et des feuilles réduites à des écailles, réparties en spirale le long des stolons comme les feuilles des tiges aériennes. Les stolons peuvent se ramifier et les tubercules se forment dans leur région subapicale. Les stolons apparaissent normalement aux nœuds basaux, enterrés, des tiges (Rousselle et *al.*, 1996).

2.2.3. Tubercule

Il se forme par hypertrophie de l'extrémité du stolon, le tubercule possède les caractéristiques morphologiques et anatomiques d'une tige.

Caractéristiques du tubercule : quatre principaux critères permettent de caractériser le tubercule (Rousselle et *al.*, 1996).

La forme : les tubercules sont classés en quatre grands types : les claviformes, les oblongues, les arrondis et les cylindriques allongés.

Enfoncement des yeux : la plupart des variétés ont des yeux superficiels, peu d'entre elles ont des yeux demis enfoncés.

Couleur et texture de la peau : la coloration est due à la présence d'un ou plusieurs pigments dans les cellules du périoderme qui donnent à la peau une teinte jaune, rose pâle, bleu-violacée et violet foncé.

Couleur de la chair : la chair présente toute une gamme de teintes allant du blanc au jaune.

III. Cycle végétatif de la pomme de terre

Le cycle de développement de la pomme de terre est annuel et comprend 05 phases : (fig.5)

1. 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 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.

2. Croissance

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

3. 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^{ème} 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 entrainer la tubérisation définitive accompagnée de l'arrêt de la croissance végétative (Abdessallam, 1990)

4. 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 (Perennec et Madec, 1980).

5. Repos végétatif

Pendant leur grossissement, les tubercules se trouvent dans un état de repos végétatif et leurs bourgeons sont incapables de croître pour donner des germes (phase de dormance). Ce repos continue après la récolte pendant une période d'environ 3 à 4 mois.

A la fin de ce repos, la croissance des germes redevient possible, ce qui constitue le point de départ d'un nouveau cycle de végétation.

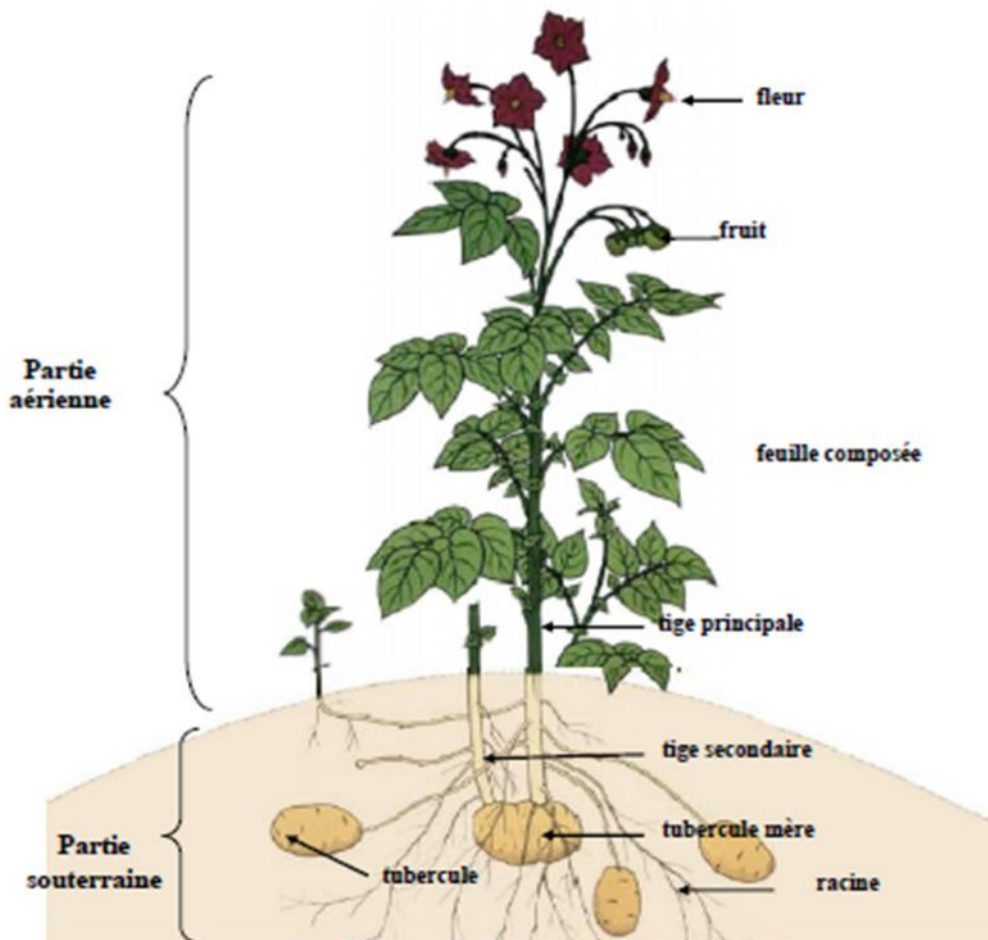


Fig. 4 : plants de pomme de terre

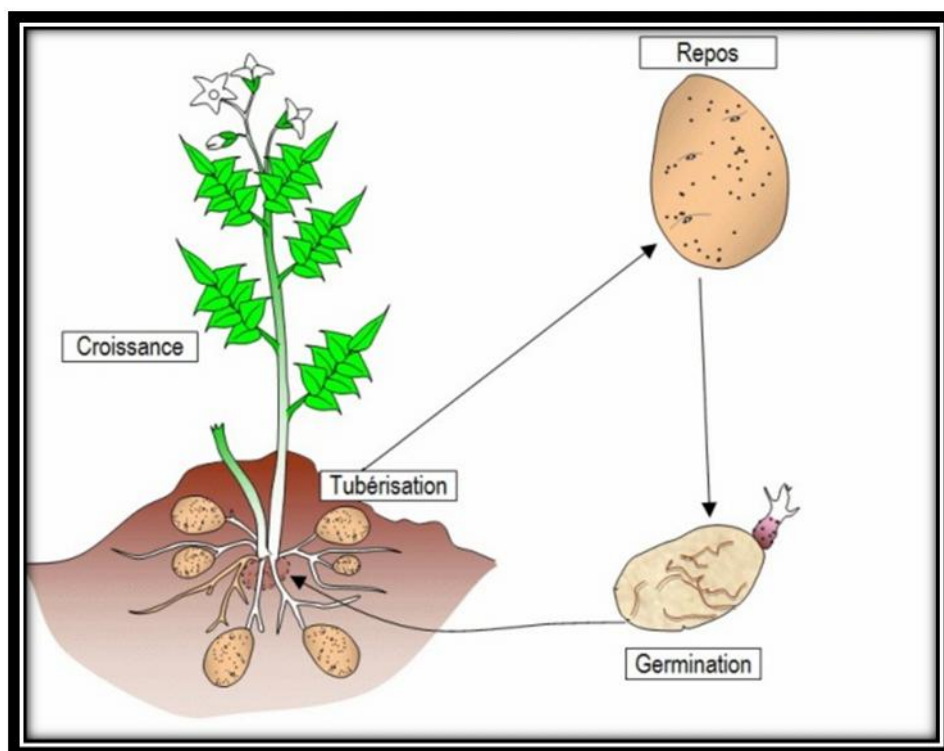


Fig. 5: Cycle végétatif de la pomme de terre (<http://svt.arc-dijon.fr>)

IV. Exigences culturelles de la pomme de terre

1. Température

Elle influence beaucoup la croissance et le développement de la pomme de terre. Les températures basses ont une influence défavorable sur la croissance des plantes en la ralentissant et en favorisant l'induction de la tubérisation. Les températures élevées ont l'effet contraire (Rousselle et *al.*, 1996).

Les températures optimales pour la croissance des tubercules est 18°C, et son zéro de végétation est compris entre 6 et 8°C (Clement, 1981).

2. La fertilisation

Vu la durée du cycle très court et la rapidité de croissance de la plante, la fertilisation demeure l'un des facteurs les plus importants pour une bonne récolte (Reguieg, 2008).

a) fumure organique : un apport de 30t/ha de fumier décomposé sera souhaitable

b) fumure de fond : Azote 20-30 unités /ha

P₂O₅ : 150 unités /ha

K₂O : 180-200 unités /ha

c) fumure d'entretien : 100 unités /ha d'Azote à apporter en trois fois par fractionnement (Reguieg, 2008).

3. Photopériode

La croissance végétative de la pomme de terre est favorisée par une longueur du jour élevé (14 à 18h). Une photo période inférieure à 12 h favorise la tubérisation (Bamouh,1999) .

4. Le sol

La plupart des sols conviennent à la culture de la pomme de terre à condition qu'ils soient bien drainés, aérés et pas trop pierreux. Cette solanacée préfère les sols profonds, fertiles et meubles (Bamouh, 1999 ; Laumonier, 1979).

5. pH

Dans les sols légèrement acides (pH= 5.5 à 6), la pomme de terre peut donner de bons rendements. Alors qu'une alcalinité excessive du sol peut causer le développement de la galle commune sur tubercules (Heller, 1981).

VII. La valeur nutritionnelle de la pomme de terre

La Pomme de terre a une valeur nutritionnelle très satisfaisante. En effet, elle apporte des vitamines, des oligoéléments et autres minéraux qui sont nécessaires à une alimentation saine et équilibrée. La pomme de terre représente une bonne source d'énergie grâce à l'amidon renfermé dans son tubercule, elle a donc une haute teneur en glucides. En effet, dans environ 20% de sa matière sèche, on trouve 60 à 80% d'amidon. Elle contient environ 90 kcals pour 100 g. (Fig.6)

La quantité de protéines apportée par la pomme de terre est faible, mais de bonne qualité. Elle ne contient que des traces de lipides mais riche en micronutriments, en particulier en vitamine C. La pomme de terre est une source modérée de fer et sa forte teneur en vitamine C en favorise l'absorption.

C'est une bonne source de vitamines B1, B3 et B6 et de sels minéraux comme le potassium, le phosphore et le magnésium, et elle contient aussi les vitamines B9, B5 et B2. La pomme de terre renferme par ailleurs des antioxydants, utiles dans la prévention des maladies liées au vieillissement, et des fibres alimentaires essentielles au métabolisme (Oswaldo, 2010).

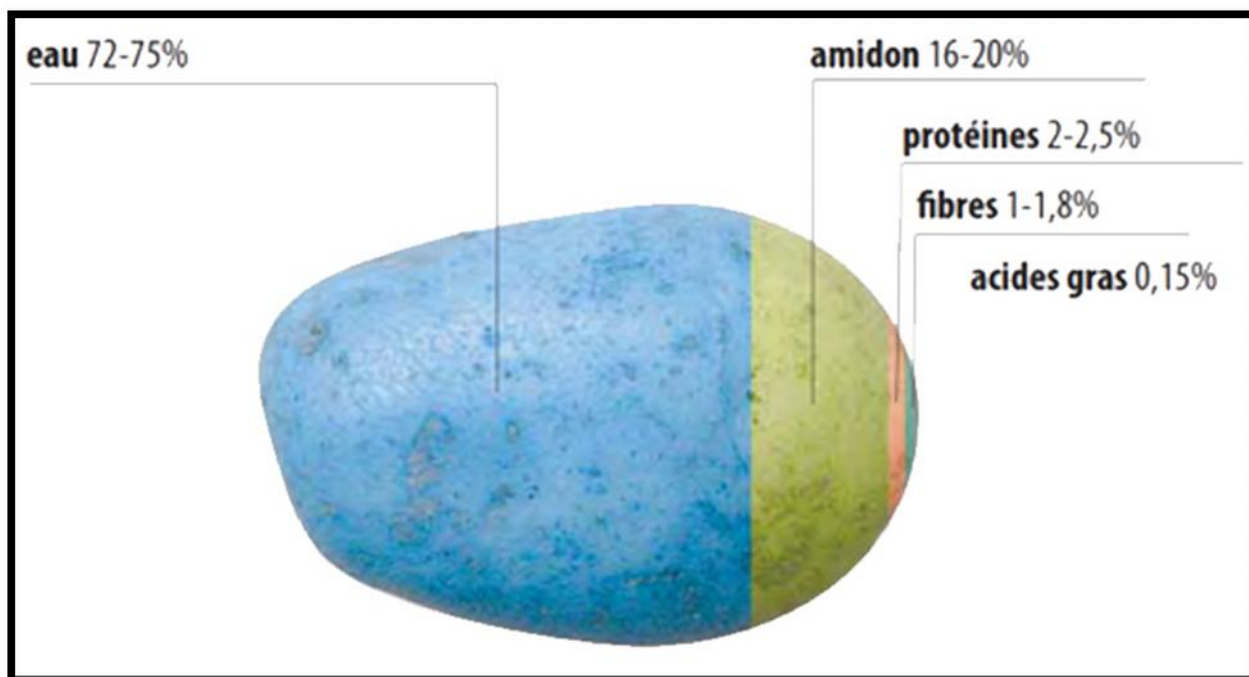


Fig 6 : Composition chimique du tubercule de pomme de terre

VIII. Complexe parasitaire de la pomme de terre :

La pomme de terre peut contracter un ensemble des maladies fongiques ou bactériennes qui affectent la totalité ou une partie de la plante (racine, tige, feuilles, tubercules) pendant la phase de végétation et /ou pendant la phase de conservation des tubercules.(Fig 7)

Les maladies présentent les aspects les plus divers, allant de la nécrose isolée sur feuille au flétrissement généralisé du système végétatif, de l'altération superficielle à la pourriture destructrice des tubercules. Elles sont provoquées par des agent fongiques et bactériens très différents a dissémination aérienne ou tellurique.

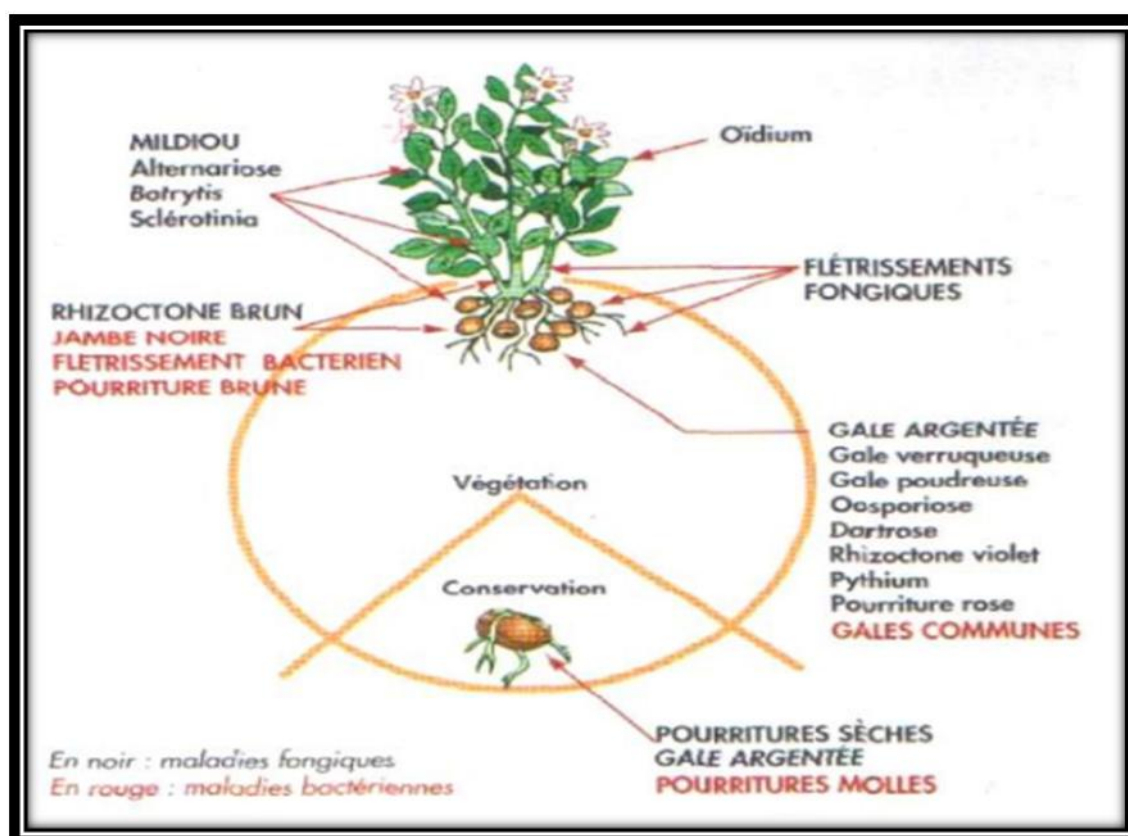


Fig 7 : Localisation sur la plante des principales maladies fongiques et bactériennes de la pomme de terre (I.T.C.F., 1998).

I- Généralités sur les *Alternaria*

L'*Alternaria* est un champignon ayant un très grand nombre de plantes hôtes et concerne tous les secteurs d'activité du végétal à usage : alimentaire, fourrager, industriel ou ornemental (plantes horticoles et de pépinière). Il peut aussi être responsable de pathologies humaines comme les allergies cutanées ou respiratoires et l'asthme.

La classification des champignons a longtemps été uniquement basée sur des critères morphologiques et le mode de reproduction. Selon cette nomenclature, Nees décrit pour la première fois en 1816, un champignon qu'il nomme *Alternaria tenuis*. Le genre *Alternaria*, par la suite été décrit par Groves et Skolko (1944), Neergaard (1945), Joly (1964) et Simmons (1967, 1986, 1992). Il est classé parmi les *Deuteromycetes Dematiaceae*, formant un mycélium cloisonné brun ne présentant aucun mode de reproduction sexuée connu. Les champignons appartenant au genre *Alternaria* se multiplient de manière asexuée à partir de filaments spécialisés appelés conidiophores où vont être différenciées des conidies (ou spores), brunes également, très caractéristiques du genre, organisées en chaînette. Ce sont des dictyospores : conidies piriformes, à la base élargie avec des septa transversaux, obliques et longitudinaux en nombre variable. Leur extrémité est constituée d'une partie rétrécie plus ou moins longue appelée le « bec ». L'aspect global rappelle la forme d'une massue. Elles mesurent entre 50-100 μm de long et 3-16 μm de large (fig.8)

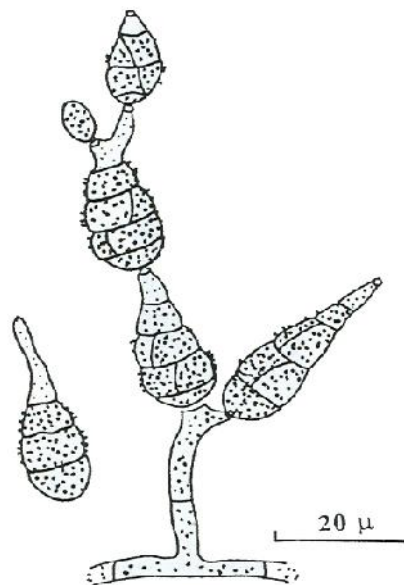


Fig. 8: Représentation des différents stades de développement des spores et conidiophores d'*Alternaria alternata* (Simmons, 1999 ; Taralova et al., 2011)

La complexité taxonomique des *Alternaria* liée à leur diversité et leur hétérogénéité a généré de nombreuses classifications. L'émergence de la taxonomie moléculaire basée sur la comparaison des séquences nucléotidiques, a abouti au classement du genre parmi les *Ascomycètes* (fig.9) au sein de la classe des *Dothideomycètes*. Ils sont phylogénétiquement proches de nombreuses espèces phytopathogènes (comme *Leptosphaeria*, *Venturia*, *Pleospora*, *Phaeosphaeria*, *Mycosphaerella*, *Cladosporium*, *Pyrenophora*, *Cochliobolus*, etc.).

Le genre *Alternaria* regroupe plus de 100 espèces ubiquitaires extrêmement répandues dans les sols, la végétation, l'air ou les aliments (Joly, 1964 ; Ellis, 1971, 1976 ; Simmons 1992). Si certaines espèces vivent à l'état saprophyte pouvant occasionnellement être des agents pathogènes opportunistes, d'autres sont responsables de maladies atteignant les plantes et les insectes. En pathologie humaine, huit espèces d'*Alternaria* ont été clairement identifiées (*A. alternata*, *A. chartarum*, *A. tenuissima*, *A. chlamydospora*, *A. infectoria*, *A. dianthicola*, *A. geophila*, *A. stemphyloides*). Il s'agit là principalement d'opportunistes provoquant des infections cutanées, des sinusites, des otites ou des atteintes de la cornée (Schell, 2000 ; Ferrer et al., 2002), en particulier chez les patients immunodéprimés ou favorisées par certains facteurs comme le diabète mal équilibré ou la corticothérapie (Morrison et al., 1993 ; Vartivarian et al., 1993).

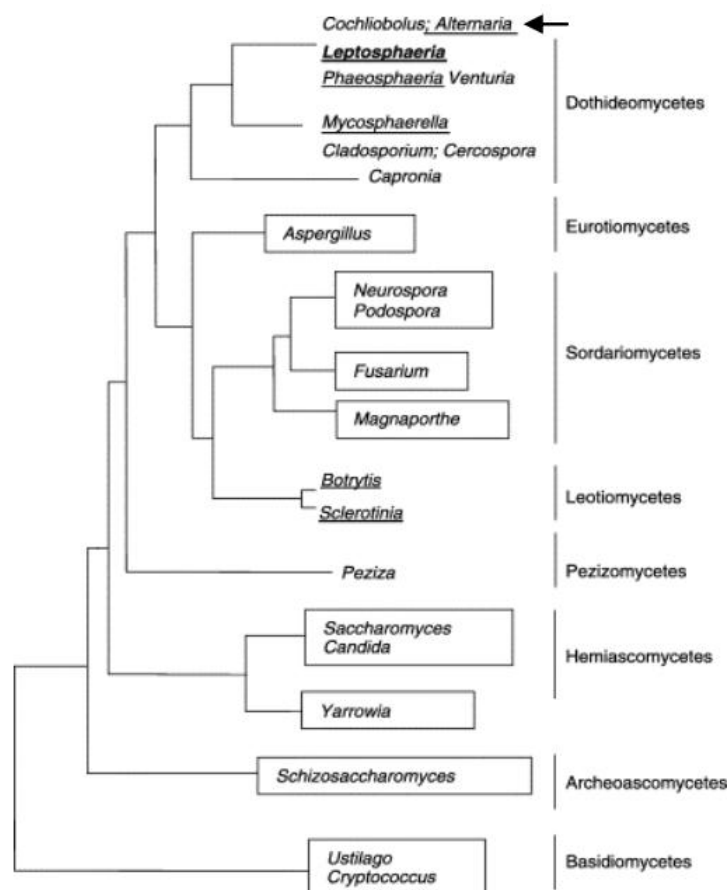


Fig 9: Phylogénie des champignons *Ascomycètes* déduite de l'analyse des séquences protéiques de la sous-unité 2 de l'ARN polymérase II (Rouxel et Balesdent, 2005). Le genre *Alternaria* (indiqué par une flèche) appartient à la classe des *Dothideomycètes*.

A. alternata est l'espèce le plus souvent incriminée en particulier dans les cas d'allergie. En effet même si le genre *Alternaria* ne représente que 1,2% de la flore fongique totale, il constitue un allergène dominant dont le rôle dans l'asthme est trop souvent négligé.

Cependant la majorité des espèces du genre *Alternaria* sont des champignons phytopathogènes inféodés à une famille de plantes ou à une plante spécifiquement. Ils sont généralement présents sur les semences provoquant des manques à la levée ou des fontes de semis.

Les jeunes pousses atteintes constituent une source importante d'inoculum primaire pour les plantes matures où tous les organes aériens peuvent être affectés (Champion, 1997).

A. solani (Fig.10) La brûlure hâtive. La brûlure alternarienne peut être responsable d'une perte de rendement si l'infection couvre une grande partie de la feuille. La maladie peut s'attaquer aussi au tubercule, entraînant des lésions. La maladie peut progresser lors de l'entreposage, provoquant l'assèchement et la perte du tubercule. *A.solani* hiverne sur des feuilles ou des tiges infectées, sur des tubercules, dans le sol ou autres plantes hôtes. Le matériel infecté produit des spores qui se dispersent par le vent. Celles-ci atteignent une feuille où elles peuvent germer et se développer. Les symptômes n'apparaissent pas tout de suite, d'où l'importance d'avoir une méthode de détection précoce de la maladie. La formation de spores est optimale quand les nuits sont au-dessous de 15°C, avec une forte rosée ou une pluie. La brûlure hâtive se diffuse rapidement lorsqu'il y a alternance de temps sec et humide, les conditions sèches favorisant la dispersion des spores par le vent.

Alternaria solani est signalé depuis plusieurs décennies comme pathogène des Solanacées et a longtemps été décrit comme affectant la tomate, l'aubergine, la pomme de terre, ainsi que plusieurs espèces de cette famille botanique (Blancard et al., 2012).

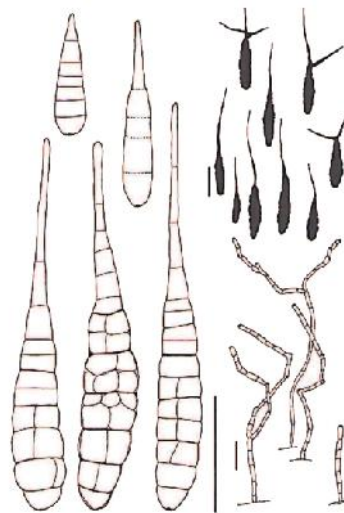


Fig 10 : conidies et conidiophores de *A.solani* (simmons,2007)

2- Cycle de développement de *Alternaria sp.*

Le champignon *Alternaria* passe l'hiver dans les débris contaminés qui se trouvent dans le sol et peut être propagé par des semences contaminées. Durant la saison de croissance, les spores et le mycélium sont disséminés par le vent, l'eau, la pluie et les machines agricoles. L'agent pathogène s'attaque aux vieilles feuilles et la maladie se manifeste plus tardivement que la brûlure cercosporéenne. Les contaminations évoluent lentement jusqu'à ce que les conditions y soient favorables. Quand il fait chaud et humide, les taches foliaires peuvent progresser très rapidement au fur et à mesure que l'agent pathogène se propage (Fig.11). Les plantes endommagées et carencées en azote sont plus vulnérables à l'infection (Bélangier M. *et al.*,2003).

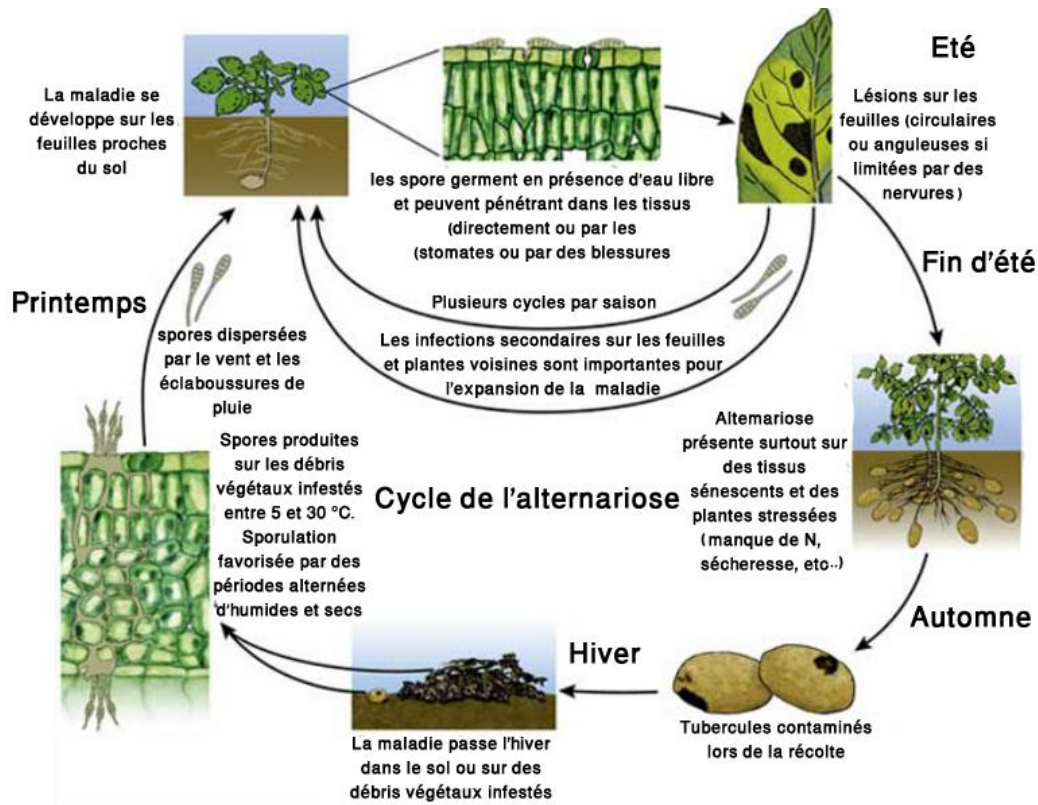


Fig. 11 : Cycle de développement de *Alternaria* spp. (Warton and Kirk, 2012).

II- Descriptif et développement de la maladie :

L'alternariose (aussi appelée brûlure alternarienne) est causée par deux champignons du genre *Alternaria*: *Alternaria solani* et *Alternaria alternata* dont les cycles sont relativement comparables à celui du mildiou. Il lui faut de la chaleur (température idéale de 20 à 30 °C) mais aussi un minimum d'humidité (rosée, orages,...) pour se développer.

1- Symptômes sur feuilles :

Les premiers symptômes sur feuilles apparaissent en général après la floraison, sur les feuilles les plus âgées, sénescentes, et en bas de tiges. Il s'agit de (petites) taches de structures plus ou moins circulaires et anguleuses, avec des cercles concentriques (qui font penser à des cibles), présentant un léger halo chlorotique. (Fig. 12).



Fig. 12 : symptômes sur feuilles (Originale,2018)

Par temps sec, les lésions peuvent se détacher et faire place à des trous. Au départ de l'infection les taches sont petites (quelques mm²) limitées aux espaces entre les nervures (Fig. 13). 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).

Les taches causées par *A. alternata* sont plus petites et aisément confondues avec celles de la carence en magnésium.

L'alternariose est une maladie de faiblesse (particulièrement pour *A. alternata*, qui se développera surtout sur les feuilles déjà atteintes par *A. solani*, ou sur des feuilles « faibles »), puisqu'elle se développe d'abord sur les feuilles et les plantes les plus faibles : feuilles vieilles (bas de tiges) ou abîmées (vent, grêle), plantes en manque d'eau, de lumière et/ou d'éléments nutritifs, particulièrement l'azote (N), le manganèse (Mn), le magnésium (Mg) et le soufre (S).

L'alternariose sur feuille peut être un gros problème (défoliation plus ou moins rapide, et donc réduction de la photosynthèse et par conséquent de la croissance), souvent plus important que le mildiou lui-même ! (Daniel Ryckmans,2006)



Fig. 13 : taches causées par l'*alternaria sp.* (Originale,2018)

2- Symptômes sur tubercules :

En culture, les attaques sur tubercules sont très peu courantes. Elles résultent d'atteintes ayant eu lieu lors de la récolte ou de la mise en conservation, lorsque des spores d'*Alternaria* entrent en contact avec la chair des tubercules mal indurés et/ou blessés.

Les symptômes sont des taches (quelques cm) en dépression, de couleur brun – violet ou noir métallisé (Fig. 14) 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*).

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



Fig. 14 : symptômes sur tuberculle (<http://www.pepinieraiken.com>)

III- Causes de la maladie et de son extension :

Les différentes causes du développement de l'alternariose sont les suivantes (par ordre d'importance):

- diminution de l'utilisation des dithiocarbamates (mancozèbe et manèbe) ;
- changements climatiques : étés plus chauds (périodes plus chaudes suivies d'orages, de pluies abondantes) ;
- stress plus importants (fortes températures, sécheresse, excès d'eau, vents violents et/ou grêle provoquant plus de blessures aux feuilles,...) ;
- variétés sensibles ;
- fertilisation insuffisante (manque d'azote) mais surtout carences en magnésium, manganèse et soufre ;
- rotations (trop) courtes : les spores d'alternariose survivent sur les déchets de pommes de terre (fanés, tubercules endommagés) (Daniel Ryckmans, 2006).

IV-Prévention et lutte :

Il n'existe pas de lutte curative pour contrôler le développement et l'extension de la maladie. L'ensemble de la « lutte » se basera sur la prophylaxie et des mesures préventives :

1) Bonnes pratiques et pratiques évitant les stress :

- utiliser des plants sains ;
 - pratiquer des rotations suffisamment longues, tout en luttant contre les repousses et les tas d'écartés de triage et les déchets épandus « n'importe où » ;
 - fertilisation raisonnée, en tentant d'éviter les manques d'azote et les carences en Mg, Mn et S ;
 - les travaux dégradant les structures du sol, et respecter les teneurs en matière organique pour empêcher des stress plus rapides / précoces pour les plantes en cas de manque d'eau ;
- (Daniel Ryckmans, 2006)

2) Pulvérisations préventives :

- l'utilisation de fongicides anti-mildiou à base de dithiocarbamates, ou contenant du mancozèbe entre la floraison et le début de la senescence peuvent avoir des actions préventives.
- l'utilisation d'un fongicide spécifique à l'alternariose on mélange la bouillie des traitements anti-mildiou, à 2 reprises (15 jours d'intervalle) à partir de la fin de la floraison, permet d'empêcher le développement de l'alternariose à court terme. (Daniel Ryckmans, 2006)

I.1. Matériels et méthodes

1. Objectif

L'objectifs de cette étude englobant différents critères du diagnostic qui concerne l'analyse les symptômes et les circonstances entourant l'apparition et le développement de l'aternariose sur la cultures de pomme de terre, Les données recueillies sur terrain, nous permettent de formuler des hypothèses sur les espèces d'*Alternaria sp.* responsables de la brulure foliaire, La seconde étape permet de valider les hypothèses formulées et s'appuie sur la microscopie , L'isolement et la mise en culture en vue de la caractérisation des espèces pathogènes .

2. Prospection et localisation des zones d'étude

1. Situation géographique

La wilaya de Mostaganem est située sur le littoral Ouest du pays et dispose d'une façade maritime de 124km. Elle est limitée par: (Fig. 15)

- La mer méditerranée au Nord ;
- La wilaya de Relizane au sud-est
- La wilaya de Mascara au Sud-ouest ;
- La wilaya d'Oran à l'Ouest ;
- la wilaya de Chlef à l'Est

Le Chef-lieu de la wilaya est située à 365 km à l'Ouest de la capitale, Alger.

Le relief de la Wilaya de Mostaganem se divise en quatre unités morphologiques appartenant à deux régions distinctes, le Plateau et le Dahra :

- Les vallées basses de l'Ouest englobent les communes : Hassi Mameche, Mazagran, Stidia, Aïn Nouïssy, El Hassaine et Fornaka.
- les Monts du Dahra englobent les communes : Sidi Belattar, Oued El Kheir, Sidi Ali, Ouled Maallah, Tazgait, Nekmaria, Kheireddine, Aïn Boudinar et Safsaf.
- le plateau de Mostaganem englobe les communes : Mostaganem, Aïn Tedles, Sour, Bouguirat, Sirat, Souaflia, Mesra, Aïn Sidi Cherif, Mansourah, Touahria et Sayada.
- les vallées de l'Est englobent les communes : Achaacha, Khadra, Ouled Boughalem, Sidi Lakhdar, Hadjadj et Abdelmalek Ramdane.

2. Le climat prépondérant sur la zone

- Le climat de Mostaganem se caractérise par une température douce, la faiblesse des écarts thermiques, l'alternance quasi quotidienne des brises de mer et de terre et une pluviométrie qui varie entre 350 mm sur le plateau et 400 mm sur les piémonts du Dahra. La diversité de la wilaya de Mostaganem lui permet de posséder d'importantes potentialités naturelles notamment en matière de terres agricoles. Sur une superficie totale des terres utilisées par l'agriculture évaluée à 144 778 Ha, la surface agricole utile s'élève à 132 268 Ha. La production végétale est très diversifiée, céréales, fourrages, maraîchage, légumes secs, arboriculture, viticulture .
- Le domaine forestier occupe une superficie de 30.767 Ha, soit 13,6 % de la superficie totale de la Wilaya. La flore est constituée essentiellement d'espèces Méditerranéennes avec la prédominance du Pin d'Alep qui couvre le tiers de la superficie forestière. Les forêts naturelles occupent 44 % du domaine forestier contre 56% pour les forets artificielles.(ANIREF,2013)

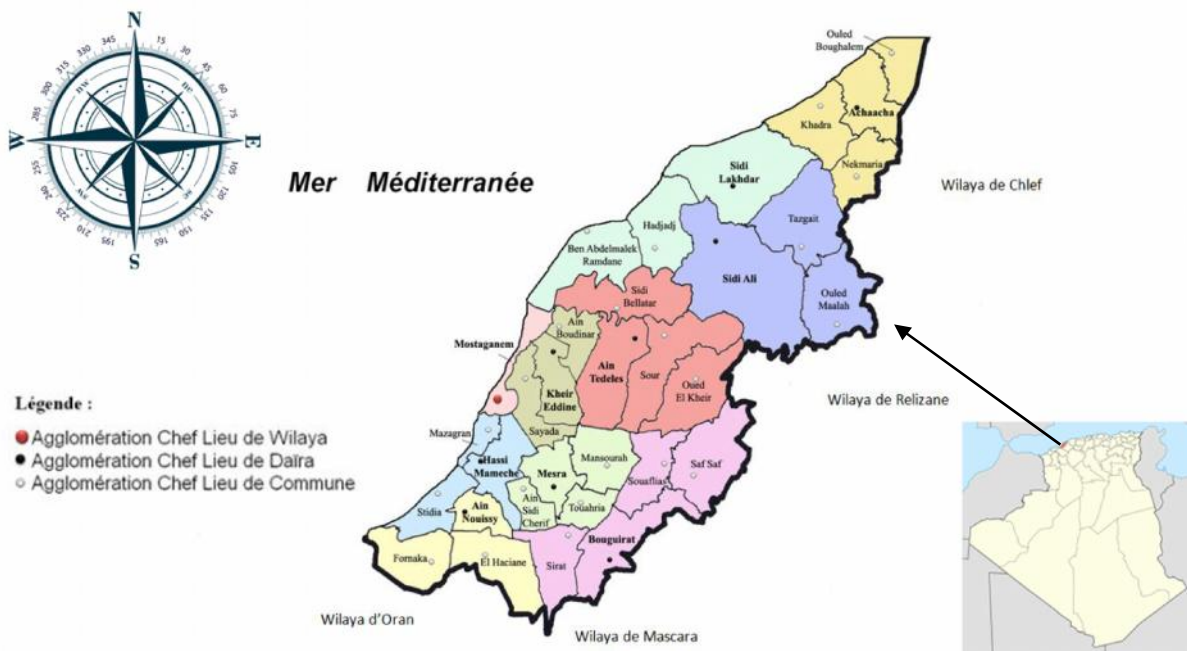


Fig. 15: La position de la Wilaya de Mostaganem (ANIREF,2013)

3. Prospections

Nos prospections ont été effectuées en avril, mai, 2018 dans tous les dairates et communes de la wilaya de Mostaganem sur la culture de pomme de terre de saison. (Fig.16)



Fig.16: les zones a prospectes dans la wilaya de Mostaganem (google Maps,2018)

3. Echantillonnage

Une étude approfondie sur l'incidence de la maladie de la pomme de terre et sa gravité est effectuée dans la wilaya de Mostaganem dans différentes régions à maraichage intensif des dairas et communes.

Des observations successives sont effectuées durant les saisons de 2018 dans des champs sélectionnés au hasard des localités pris en considération pour chaque dairas. Un à vingt échantillons sont prélevés à partir des organes présentant des symptômes (feuilles, tiges, pédoncules, fruits ou tubercules infectés) .(photo 5)

La fréquence de l'isolement est calculée pour chaque espèce. La gravité de la maladie est déterminée selon la formule décrite par Salemi et al (2012).

$$Fr(\%) = \frac{\text{Nombre d'échantillons avec une espèce ou un genre} \times 100}{\text{Nombre total d'échantillons}}$$

Jusqu'à présent, les enquêtes sur l'incidence de la maladie de la brûlure foliaire en Algérie ne sont basées que sur des observations simples par des agriculteurs.

La réalisation de ces prospections donnera un aperçu sur la distribution de la brûlure foliaire ainsi que la présence des différentes espèces *Alternaria sp.* dans les principales régions productrices de pomme de terre du Mostaganem.

4. Isolement de l'agent pathogène

Un total de 85 échantillons de plantes malades a été prélevé de différentes régions de La Wilaya de Mostaganem.

Les échantillons sont découpés en petites fragments et déposés sur un milieu gélose PDA, l'incubation se fait à 25°C pendant 5 à 7 jours (Benhamou *et al.*, 1997). (Fig.17)



Fig.17: Etapes d'isolement de l'agent pathogène (Originale,2018)

5. Purification du parasite

Après isolement les souches obtenues sont purifiées par des repiquages successifs sur milieu PDA. L'incubation se fait à 25°C pendant 7 à 10 jours (Botton *et al.*, 1990).

6. Identification des champignons pathogènes

L'identification de l'agent causal se base sur des observations macroscopiques et microscopiques (Rappily, 1968):

6.1. Etude macroscopiques

Elle consiste à observer à l'œil nu ou à la loupe binoculaire l'aspect morphologique, la pigmentation et la couleur de la colonie.

6.2. Etude microscopique

6.2.1. Observation directe

- Poser un morceau de scotch sur l'échantillon, gratter légèrement et retirer doucement le scotch ;
- Sur une lame porte-objet déposer le morceau de scotch contenant les structures prélevées ;
- observer la lame au microscope ;(Fig.18)



Fig.18: Etapes de prélèvement de conidies sur feuilles par la méthode du ruban adhésif (scotch) (Originale,2018)

6.2.2. Culture monospore

La technique de culture monospore utilisée est celle décrite par Booth (1971) (fig.19). elle consiste à mettre des disques mycéliens de 5 mm dans des tubes contenant 5 ml d'eau distillée stérile pour obtenir une suspension sporale. Après agitation, une goutte de cette suspension contenant généralement de 2 à 5 microconidies ajustée à l'aide de la cellule de Malassez est déposée, à aide d'une pipette Pasteur, sur la surface d'une couche fine d'eau gélosée en boîte Pétri, puis étalée en stries à l'aide d'une anse. Ce milieu ne contient pas de substance nutritives ce qui limite l'émergence des saprophytes qui pourraient se développer au détriment du pathogène recherché .

Après 4 à 5 jours d'incubation à 25°C à l'obscurité, les hyphes issus de la germination d'une microconidie unique sont d'abord repérés à l'aide de la loupe binoculaire au fort grossissement puis prélevés stérilement et déposés séparément sur milieu PDA en boîte de pétri. Après incubation, si tous les thalles prélevés stérilement et déposés séparément sur milieu PDA en boîte de pétri. Et à ceux de la culture mère, un seul est choisi pour constituer le clone représentatif de l'isolat de départ (Belabid,2003).

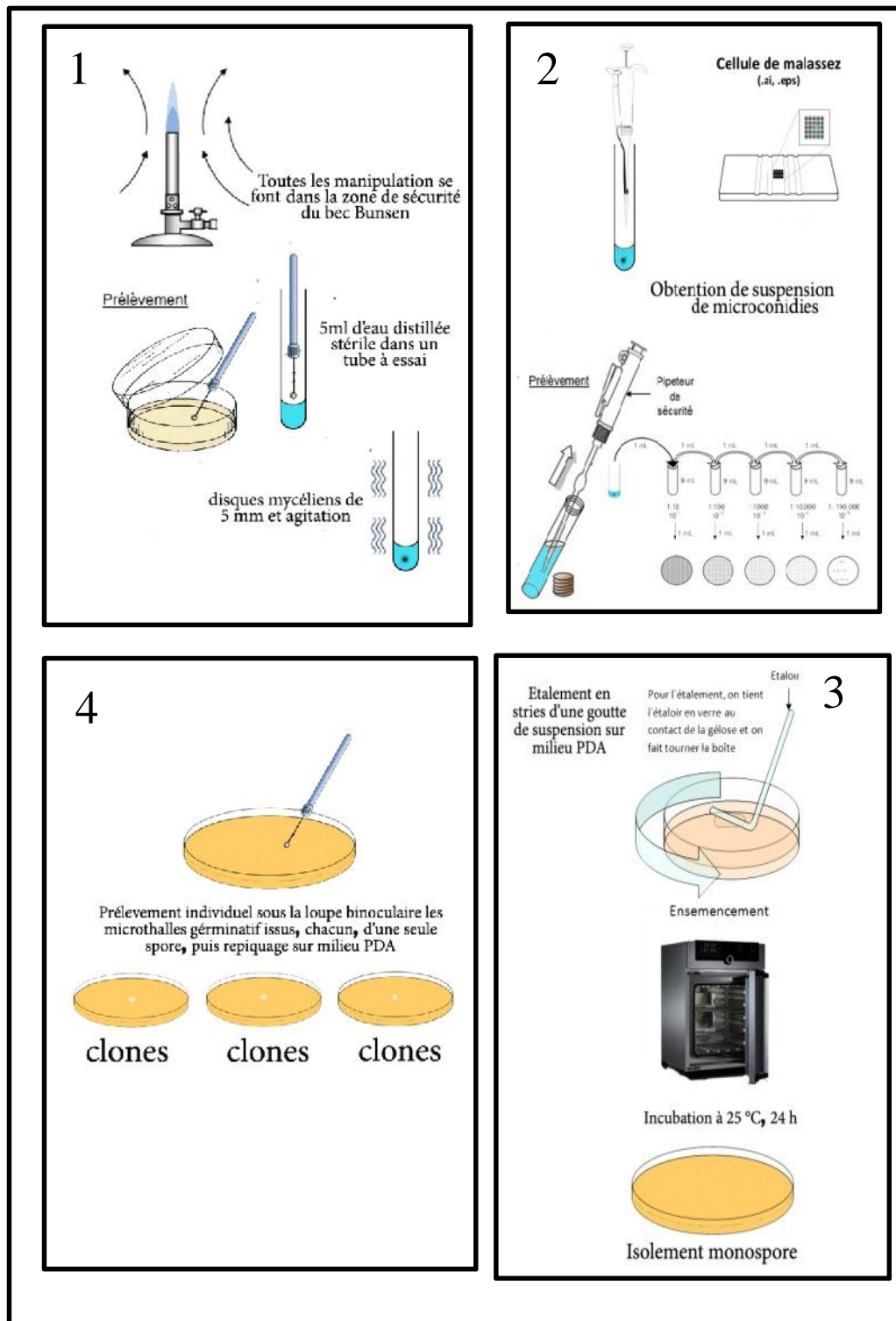


Fig. 19: Etape de la technique monospore (d'après Booth,1971 ;Bleabid,2003).

6.2.3. Mesure de la sporulation fongique

Pour déterminer la concentration initiale de chaque isolat, 10ml d'eau distillée stérile est ajouté sur cultures en boîte de pétri, les conidies sont raclées de la surface de la colonie à l'aide d'une pipette pasteur stérile recourbée. La suspension de conidies est collectée et filtrée à travers deux couches de mousseline stérile. La concentration est ensuite déterminée à l'aide d'une cellule de Malassez.(Fig. 20)

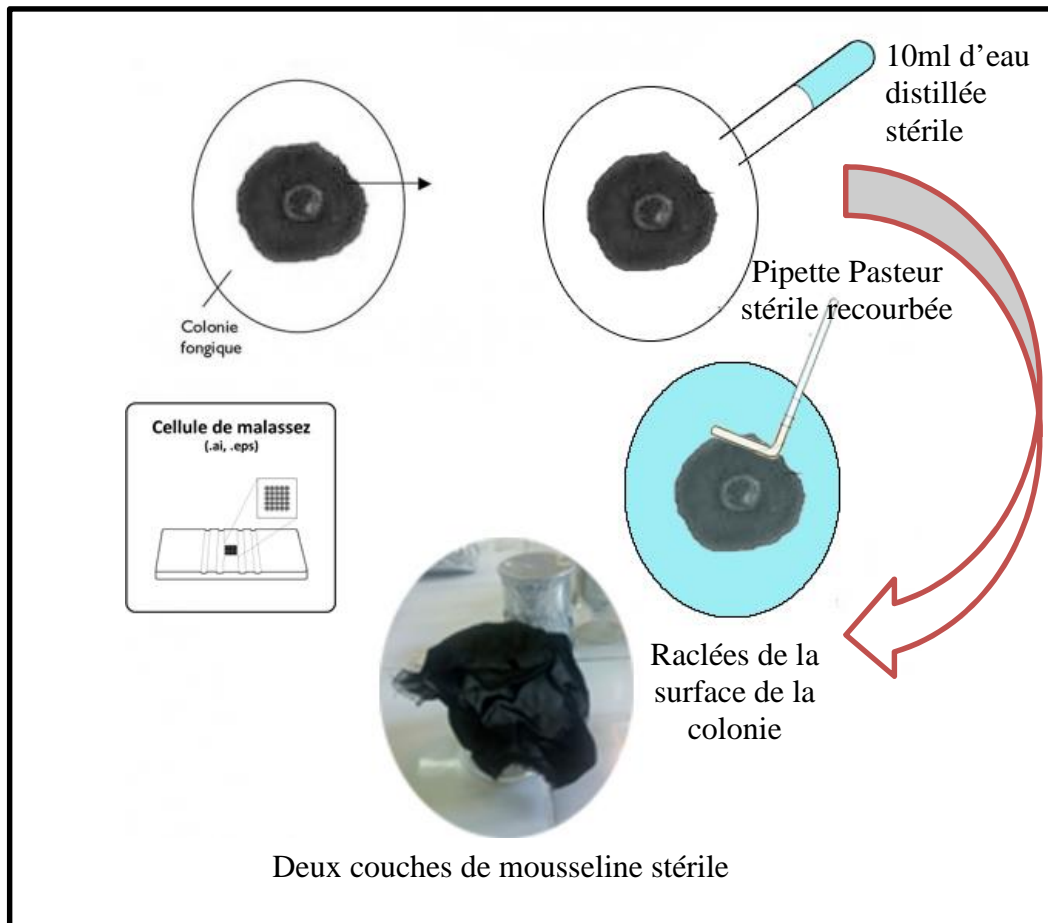


Fig. 20 : Etapes pour la mesure de la sporulation

7. Conservations des isolats

La collection des isolats est conservée à partir des cultures pures cultivées sur PSA incliné en tube ou en boîte, âgées de sept jours et maintenues dans le réfrigérateur à 4 °C pour des utilisations ultérieures. La conservation est aussi effectuée dans des cryotubes de 1,5ml contenant cinq implants mycéliens d'un cm de diamètre supplémentés avec 1 ml de glycérol à 30%. Les cryotubes sont placés dans un congélateur -80°C pour un stockage à long terme.

8. Mesure de la croissance mycélienne et la sporulation

a) la croissance mycélienne : La croissance des différents groupes d'espèces d'*Alternaria* est estimée par le diamètre moyen de chaque colonie (mesure de deux diamètres perpendiculaires). Les mesures sont enregistrées le 3^{ème}, 6^{ème} et 9^{ème} jour après l'inoculation ou jusqu'à ce que la croissance mycélienne atteigne le bord des boîtes (Fig.21) . La vitesse de la croissance par jour est calculée selon la formule utilisée par Sofi et al.(2013):

$$X = (\text{croissance au jour } N(\text{mm}) - \text{croissance au jour } N - 2 (\text{mm}))/2.$$

b) la sporulation : L'intensité de la sporulation est estimée pour chaque paramètre après 10 jours d'incubation selon la méthode décrite précédemment (voir ci-dessus). Le nombre de spores estimés par colonie et le nombre de spores par unité de surface est calculés (Andersen et Thrane, 1996) Dans cette étude, trois répétitions sont effectuées pour tous les essais,

Les différents isolats sont classés en groupes selon des notes attribuées sur la moyenne de la vitesse de croissance mycélinne et la production de conidies en utilisant l'échelle décrite par Attrassi et *al.*(2007) modifiée comme suit dans le tableau 2.

Tableau 2: Echelle de notation de vitesse croissance et la sporulation des souches testées

Croissance mycélinne (mm/jour)	Sporulation($\times 10^3$ spores.mm ⁻²)	Notes
0 to 3,0	0 to 10	0
3,1 to 6,0	10,1 to 20,0	1
6,1 to	20,1 to	2

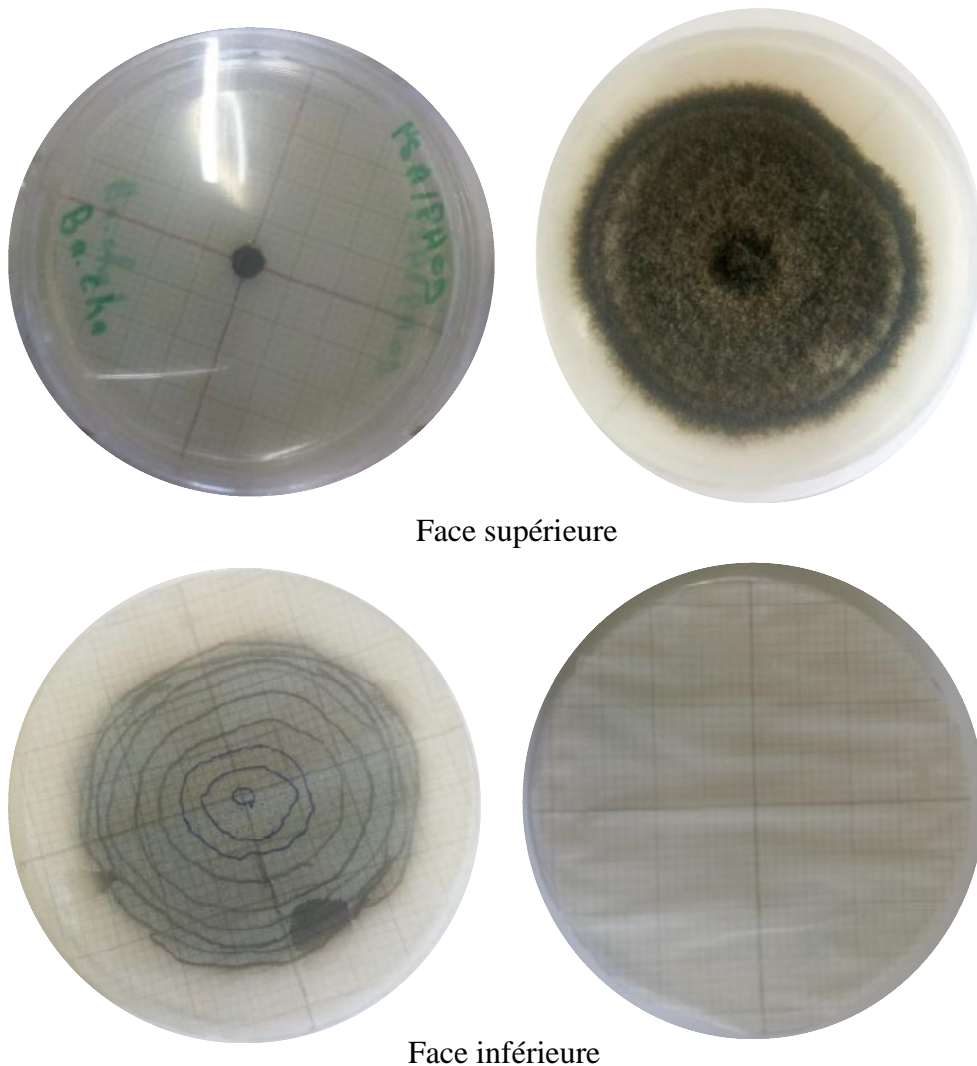


Fig 21 : Mesure de la croissance mycélinne (face supérieure et inférieure) (Originale, 2018).

8.1. Effet des différents milieux de culture

Deux types de milieux de culture ont été testés pour évaluer la croissance mycélienne et la sporulation d'*Alternaria sp.* Leur composition, pour 1000 ml d'eau distillée, est indiquée ci-après (annexe 4):

- Milieux monosaccharide : PDA (200 g pomme de terre, 20 g glucose, 20 g agar)
- Milieux disaccharide : PSA (200g pomme de terre , 20 g saccharose , 20 g agar).

Un disque mycélien de 5 mm de diamètre est placé au centre d'une boîte de Petri contenant le milieu de culture testé. Les cultures sont incubées pendant 9 jours à l'obscurité à 25°C. L'aspect et la pigmentation des colonies sont relevés par observation visuelle pour l'étude des caractères culturaux. (Fig.22)

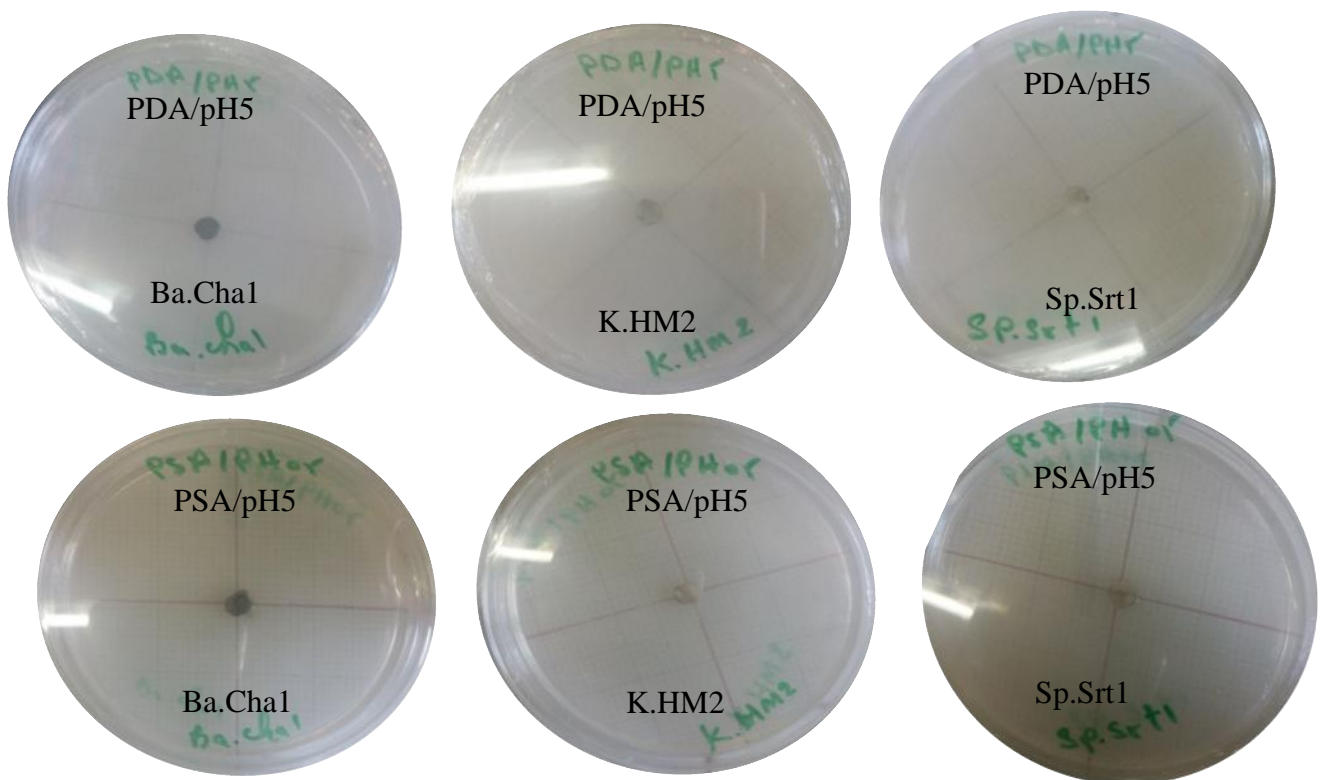


Fig.22 : différents milieux de culture (Originale,2018).

8.2. Effet du pH

Des disques mycéliens, issus de cultures âgées de dix jours, sont placés dans des boîtes de Petri. Ces boîtes sont incubées à l'obscurité à différents pH (5, 7, et 9).

Le pH est ajouté par des solutions de NaOH 1N ou HCl 1N additionnés au milieu de culture PSA avant stérilisation.

Résultats

I. Estimation de l'indice de l'*Alternaria sp.*, Répartition géographique et analyse des cause qui responsables de son apparition

I.1. Estimation de l'indice de l'*Alternaria sp.*

Les résultats de prospection sur l'*Alternaria sp.* de pomme de terre de saison dans la région de Mostaganem sont représentés dans la page suivant (Tableau 3).

On a choisi les symboles (-), (+), (++) et (+++) indiquée :

(-) Pas de symptôme d'*Alternaria sp.* (+) Faible attaque, (++) Attaque moyenne

(+++) Attaque forte .

I.2. Répartition géographique des foyers de la maladie

La maladie a été observée dans toutes les exploitations du plateau de Mostaganeme avec de degrés de sévérités différentes. la commune de Touahria est la plus attaqué suivie par les communes de Bouguirat, Sirat, Mansourah et Ain sidi cherif et enfin celle de Stidia, Mazagran, Hassi Mameche, Ain Nouissy, Ain Tadless, Sour, Oued El Kheir, Souaflias, Ain Boudinar, Sayada, Kheir Eddine et Mesra (Fig.23).

La prospection n'a pas permis de déclarer des symptom d'*alternaria* dans la zone de Dahra.

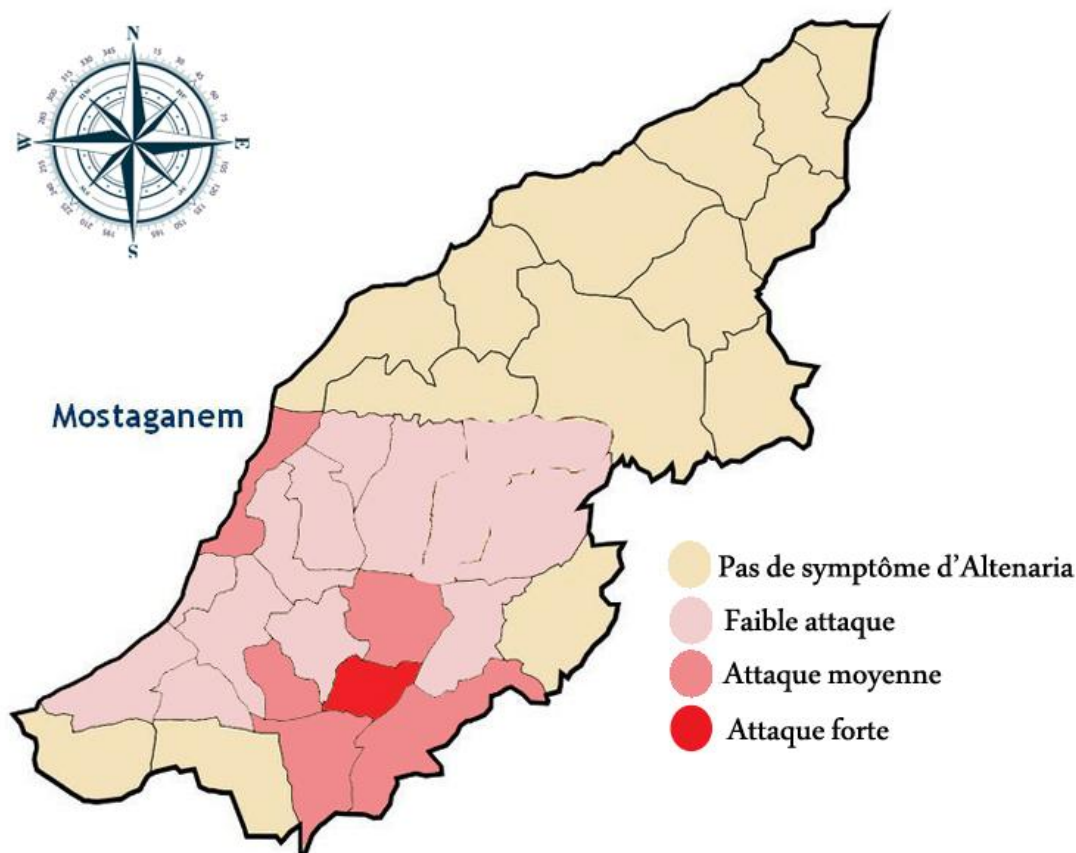


Fig.23 : Répartition géographique des foyers d'*alternaria sp.* sur pomme de terre

Tableau 3 : Prospections sur terrain de l'Alternariose de la pomme de terre dans la wilaya de Mostaganem

Communes		Date de sortie	Variété	Date de semi	Système d'irrigation	Présence ou absence
KHEIR EDDINE (Iachbah)	P1	01/05/2018	Spunta	03/01/2018	Aspersion	+
	P2	01/05/2018	Spunta	03/01/2018	Aspersion	+
	P3	01/05/2018	Spunta	03/01/2018	Goutte a goutte	-
SAYADA (Ihcham)	P1	02/04/2018	Amorosa	Fin de novembre	Aspersion	+
	P2	02/04/2018	Spunta	Fin de novembre	Aspersion	+
	P3	08/05/2018	Fabula	2 mois et demi	Aspersion	-
AIN BOUDINAR	P1	01/05/2018	Spunta	Maturité	Goutte a goutte	-
	P2	01/05/2018	Spunta	Maturité	Goutte a goutte	-
	P3	01/05/2018	Spunta	Maturité	Aspersion	-
MOSTAGANEM chamouma	P1	02/05/2018	Bartina	25/12/2017	Aspersion	+
	P2	02/05/2018	Bartina	25/12/2017	Aspersion	++
	P3	02/05/2018	Bartina	25/12/2017	Aspersion	+
AIN TADLESS		01/05/2018	Spunta	Maturité	Aspersion	+
SOUR		01/05/2018	Spunta	25/12/2017	Aspersion	+
OUED EL KHEIR (yanoro)		29/04/2018	Spunta	3 mois	la raie	+
SIDI BELLATTAR		01/05/2018	-	-		-
MESRA	P1	03/04/2018	Spunta	2 mois et demi	Goutte a goutte	-
	P2	03/04/2018	Spunta	2 mois et demi	Aspersion	+
	P3	03/04/2018	Spunta	2 mois et demi	Aspersion	-
MANSOURAH	P1	30/04/2018	Spunta	11/01/2018	Aspersion	++
	P2	30/04/2018	Spunta	11/01/2018	Aspersion	+
	P3	30/04/2018	Spunta	11/01/2018	Aspersion	+
AIN SIDI CHERIF	P1	30/04/2018	Spunta	3 mois et demi	Aspersion	+
	P2	30/04/2018	Spunta	3 mois et demi	Aspersion	++
	P3	30/04/2018	Spunta	3 mois et demi	Aspersion	-
TOUAHRIA	P1	24/04/2018	Spunta	07/12/2017 récolte	Aspersion	+++
	P2	24/04/2018	Spunta	07/12/2017	Goutte a goutte	+
	P3	24/04/2018	Spunta	07/12/2017	Aspersion	++
BOUGUIRAT	P1	03/04/2018	Spunta	23/11/2017	Aspersion	++
	P2	03/04/2018	Spunta	23/11/2017	Aspersion	+
	P3	03/04/2018	Spunta	23/11/2017	Goutte a goutte	+
SIRAT	P1	03/04/2018	Spunta	05/12/2017	Aspersion	+
	P2	03/04/2018	Amorosa	05/12/2017	Aspersion	-
	P3	03/04/2018	Spunta	05/12/2017	Goutte a goutte	+
	P4	14/04/2018	Spunta	11/12/2017	Aspersion	+
	P5	14/04/2018	Amorosa	11/12/2017	Aspersion	+
	P6	14/04/2018	Spunta	17/12/2017	Aspersion	-
SOUAFLIAS		30/04/2018	Spunta	22/12/2017	Aspersion	+
SAF SAF		-	-	-		-
HASSI MAMECHE	P1	16/04/2018	Spounta	05/01/2018	Goutte a goutte	-
	P2	16/04/2018	Kondor	05/01/2018	Goutte a goutte	+
	P3	19/04/2018	spounta	25/12/2017	Aspersion	+
	P4	19/04/2018	Bartina	25/12/2017	Aspersion	+

	P5	19/04/2018	Amorosa	25/12/2017	Aspersion	+
MAZAGRAN (chemaine des criat)	P1	02/05/2018	Spounta	01/02/2018	Aspersion	+
	P2	02/05/2018	Spounta	23/12/2017	Aspersion	+
	P3	02/05/2018	Spounta	23/12/2017	Aspersion	+
MAZAGRAN (l'atelier)		10/04/2018	Spunta	23/12/2017	Goutte a goutte	-
STIDIA		23/04/2018	spounta	récolte	Aspersion	+
AIN NOUISSY		23/04/2018	spounta	19/12/2017	Aspersion	+
HACIANE		23/04/2018	spounta	15/01/2017	Aspersion	-
FORNAKA		23/04/2018	spounta	02/01/2018	Goutte a goutte	-

I.3. Analysé les circonstances qui ont provoqué l'apparition des symptômes de l'alternariose sur pomme de terre.

Les symptômes d'*Alternaria sp.* sont apparus au champ vers la mi-mars (Fig.24) pour la culture de saison dans toutes les exploitations du plateau ; l'attaque est plus importante vers la dernière moitié du cycle végétatif de la culture, bien que les conditions climatiques (température, humidité relative, pluie) (Fig.25) ont été favorables au développement du parasite (annexe 2).

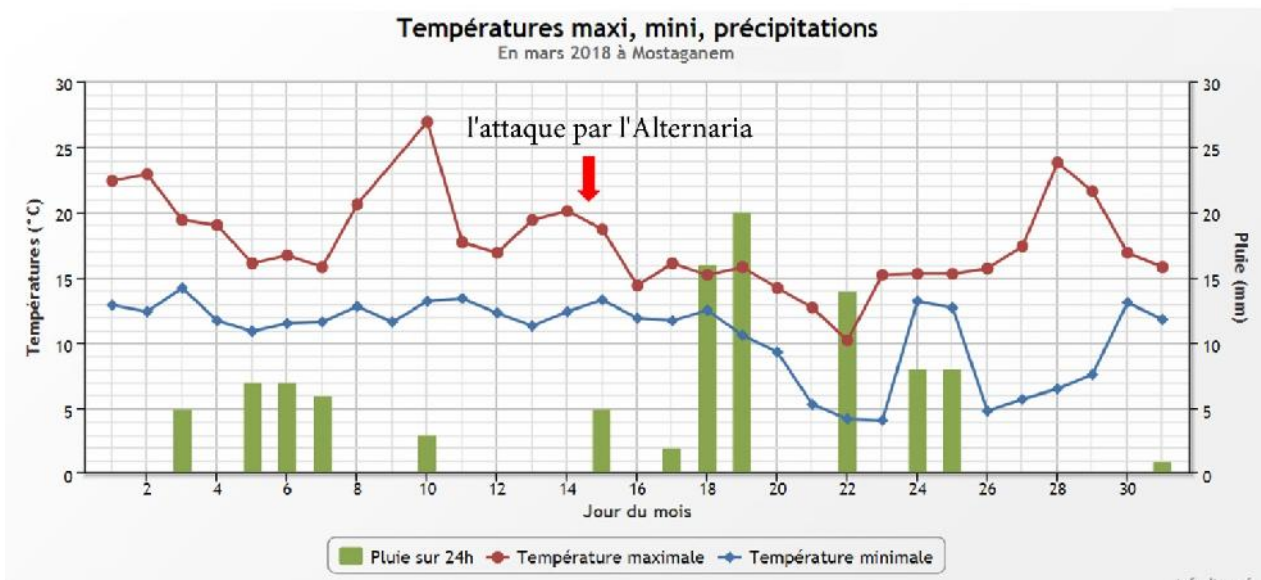


Fig.24: Conditions climatiques favorable à *Alternaria sp.* de pomme de terre en mars 2018 à Mostaganem (infoclimat, 2018)

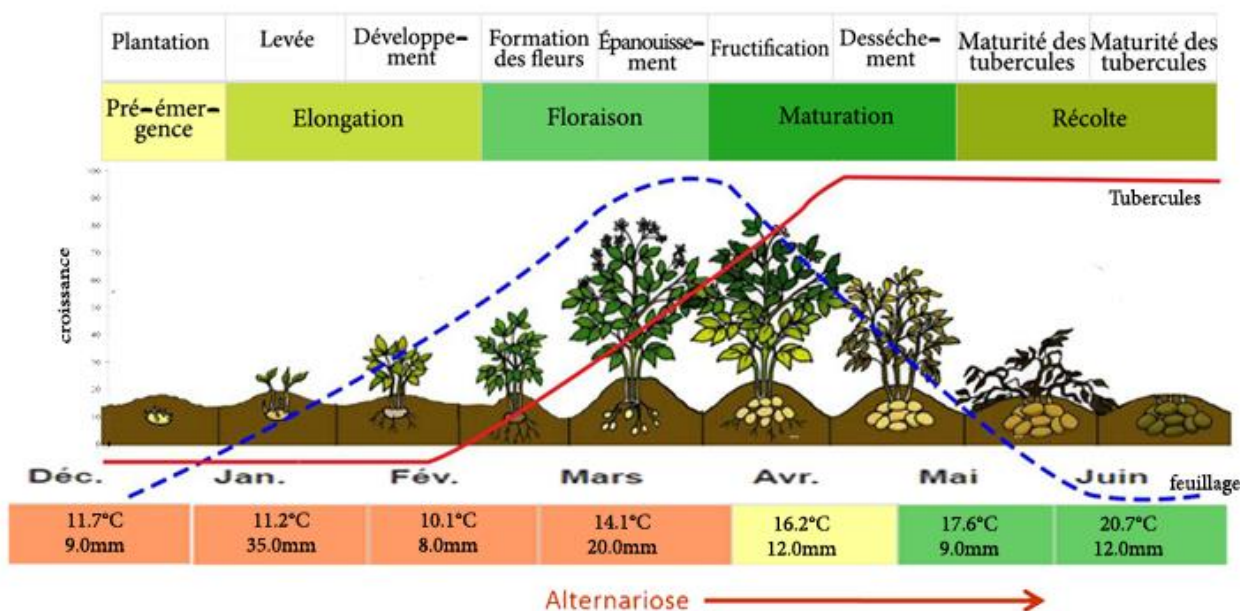


Fig.25 : Périodes d'attaque par *Alternaria sp.* de pomme de terre en fonction des condition climatique favorable (T°;pluviométrie)

Au cours de cette période, ont noté que les attaques de l'Alternariose de pomme de terre se manifestent sous forme de petites taches (0,5 cm-3cm) sur les feuilles âgées situées à la base de la plante (Fig 26 et 27).



Fig.26: Tache d'Alternaria sur feuille de pomme de terre sur les feuille (Originale,2018)



Fig. 27: Face supérieure et inférieure de feuille infectée de pomme de terre par *alternaria sp.* (Originale,2018)

-A la face supérieure des feuilles, on observe des Tache dispersées, très peu délimitées brunes a noires de type nécrotique avec des contours anguleux et de diamètre variables.

- **Symptômes similaires pas causés par *Alternaria sp.***

Il est difficile de diagnostiquer *Alternaria sp.* au champ, car il y a des risques de confusion avec des troubles physiologiques, par exemple une carence en Bore, pouvant présenter des symptômes identiques (lésions avec cercles concentriques) ou une utilisation massive de produits phytosanitaires (Fig. 28)



Fig. 28: Phytotoxicité sur pomme de terre (non identifiée!) (Originale,2018)

II. Isolement et purification d'*Alternaria sp.*

II.1. les caractères cultureux des isolats d'*Alternaria sp.*

Trente quatre (34) isolats d'*Alternaria sp.* Ont été prélevés dans différentes localités de la Wilaya de Mostaganem (annexe 1) Les isolements réalisés à partir de fragment foliaires ont confirmé la présence du champignon responsable de l'Alternariose c.a.d. *Alternaria sp.*(Thalle filamenteux, ramifié et cloisonné, conidies pluricellulaires, isolées et avec long becs à l'extrémité)(Fig. 30 ;31).

La collection est représentée par 29 souches purifiées de l'*alternaria sp.* l'ensemble des souches et leur origine sont représentés dans la Fig.29.

Trois isolats d'*alternatia sp.* de différentes origines ont été observés pour une caractérisation morphologique des colonies sur milieu pomme de terre glucose agar (PDA).

Les caractères cultureux des isolats d'*Alternaria* sur milieu PDA sont présentés dans le Tableau 4

Tableau 4: Caractères cultureux des isolats d'*Alternaria sp.*sur milieu PDA

souche	Colonies			Couleur de l'envers	Sporulation
	type	couleur	bordures		
M.B.Cha	Duveteux, avec une croissance cotonneuse	Vert foncé olivâtre	Périphérie légèrement irrégulière de couleur claire avec des anneaux concentriques.	Noiâtre	sporulation important
M.Sp.Srt	Duveteux, légèrement sillonné	Vert olivâtre avec un centre foncé	Irrégulières, compactes de couleur claire	Centre brun foncé avec une marge de couleur claire	Sporulation faible
M.K.HM	Cotonneux, subaérien	Vert olivâtre avec une surface grisâtre	Périphérie légèrement irrégulière de couleur claire	Grise foncé avec une marge grise claire	Sporulation importante

- M.B.Cha : Monospore Bartina Chamouma
- M.Sp.Srt : Monospore Spunta Sirat
- M.K.HM : Monospore Kondor Hassi Mamach

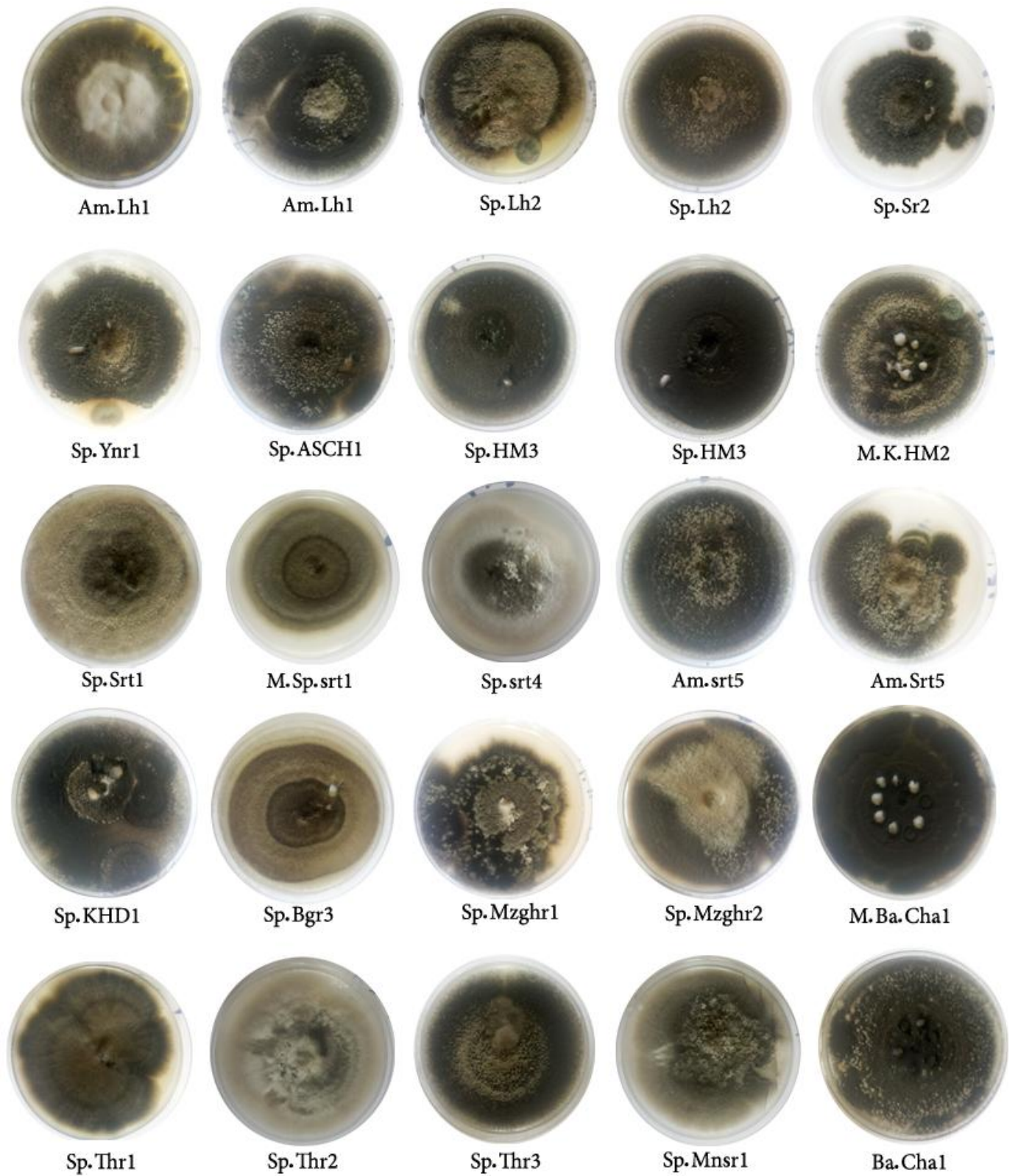


Fig.29 : Isolats purifiés

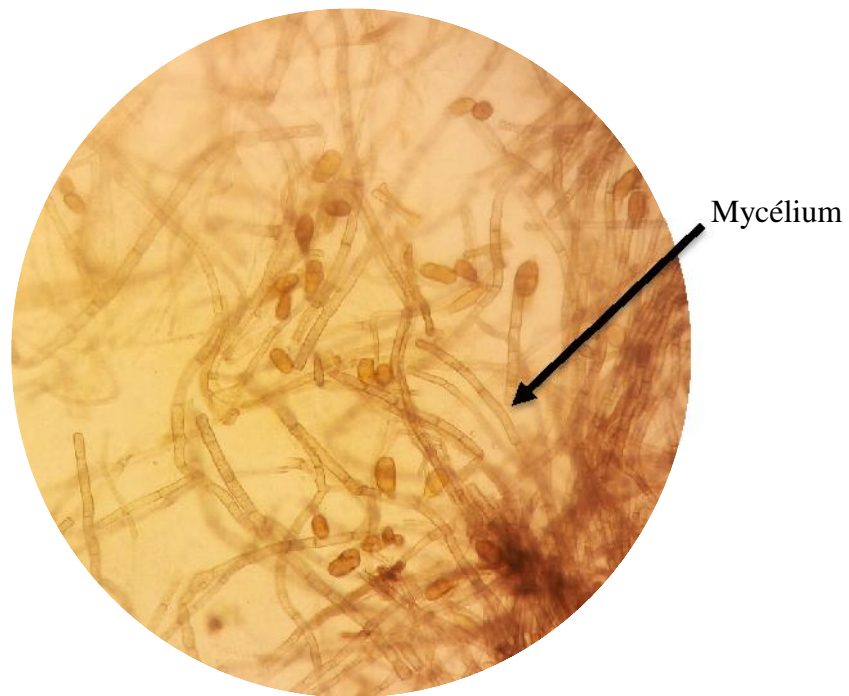


Fig.30: Mycélium d'*aletrnaria sp.* Observé avec le microscope (Gr $\times 100$). (Originale,2018)



Fig.31 : Conidie d'*aletrnaria sp.* (Gr $\times 400$). (Originale, 2018)

II.2. Effet du pH sur la croissance mycélienne

L'impact du pH du milieu sur la croissance mycélienne des trois souches est étudié dans une gamme de 5, 7 et 9. (Fig.32)

le profil des histogrammes de croissance établi au 3^{ème}, 6^{ème} et 9^{ème} jour.

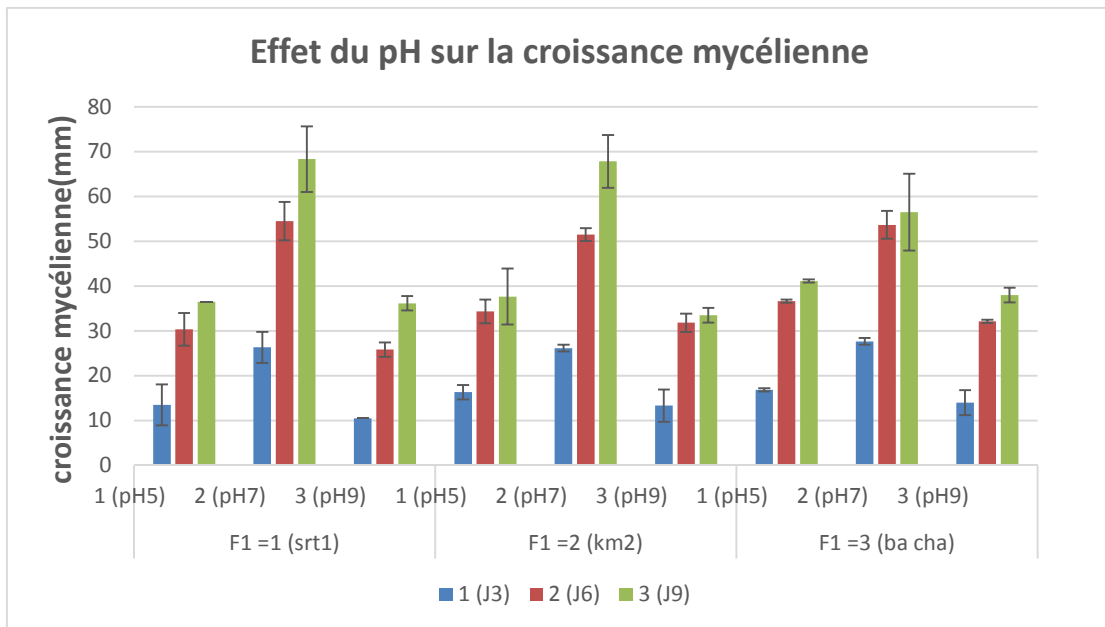


Fig.32 : Effet du pH sur la croissance mycélienne

On remarque que la croissance mycélienne est rapide dans des milieu de pH =7, alors qu'elle se ralentit dans le milieu alcalin (pH=9) au 6^{ème} jour.

A partir de ces résultats, on déduit que ces isolats ont une préférence pour le milieu neutre pH 7.

II.3. Effet du milieu sur la croissance mycélienne

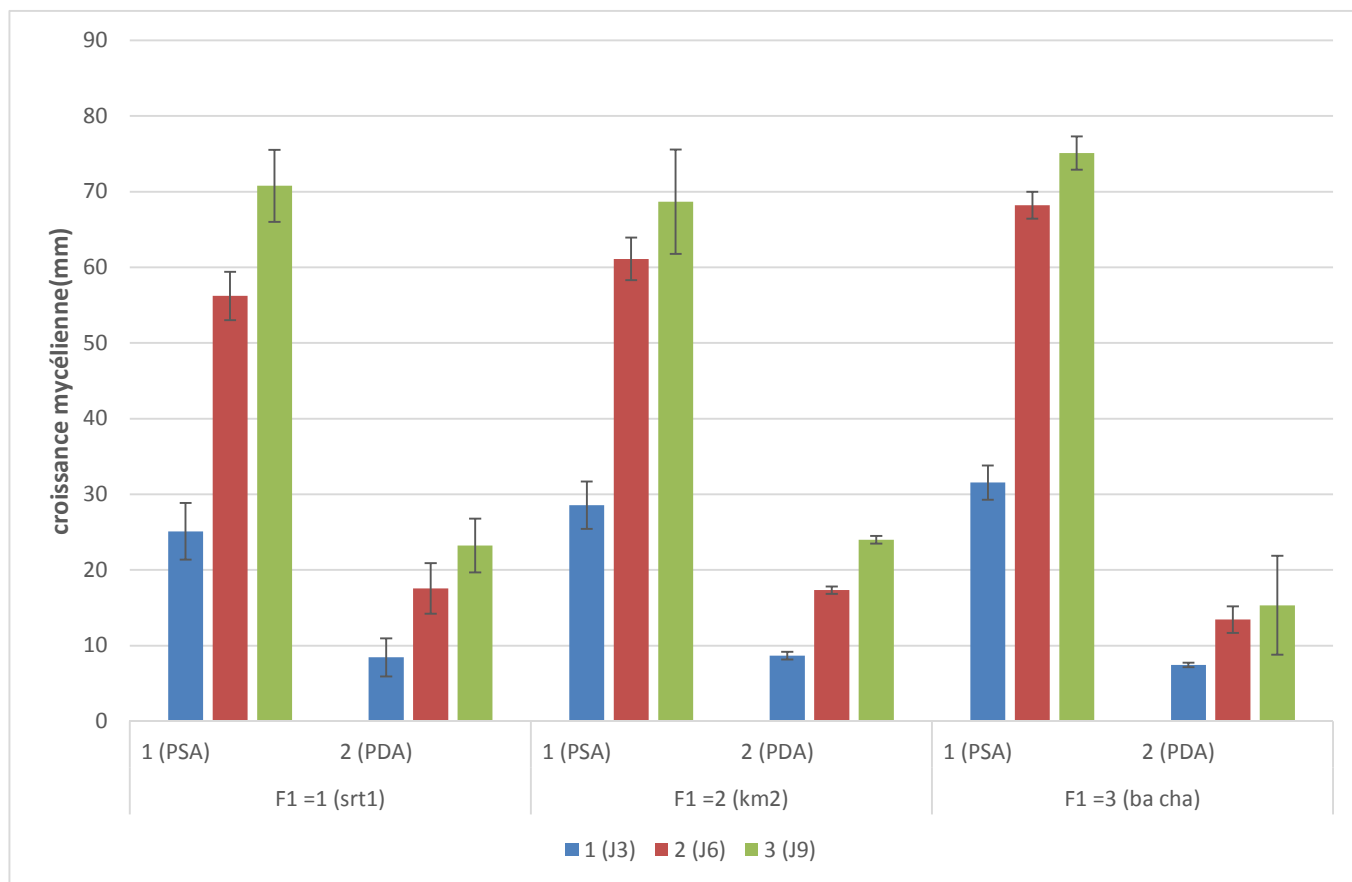


Fig.33 : Effet du milieu de base sur la croissance mycélienne

La figure 33 nous montre que les trois souches se développent mieux dans le milieu PSA durant les 09 jours, contrairement au milieu PDA.

A la lumière des résultats, on peut confirmer que ces isolats préfèrent le milieu PSA car il est riche en carbone

II.4. Effet du pH et du milieu sur la sporulation

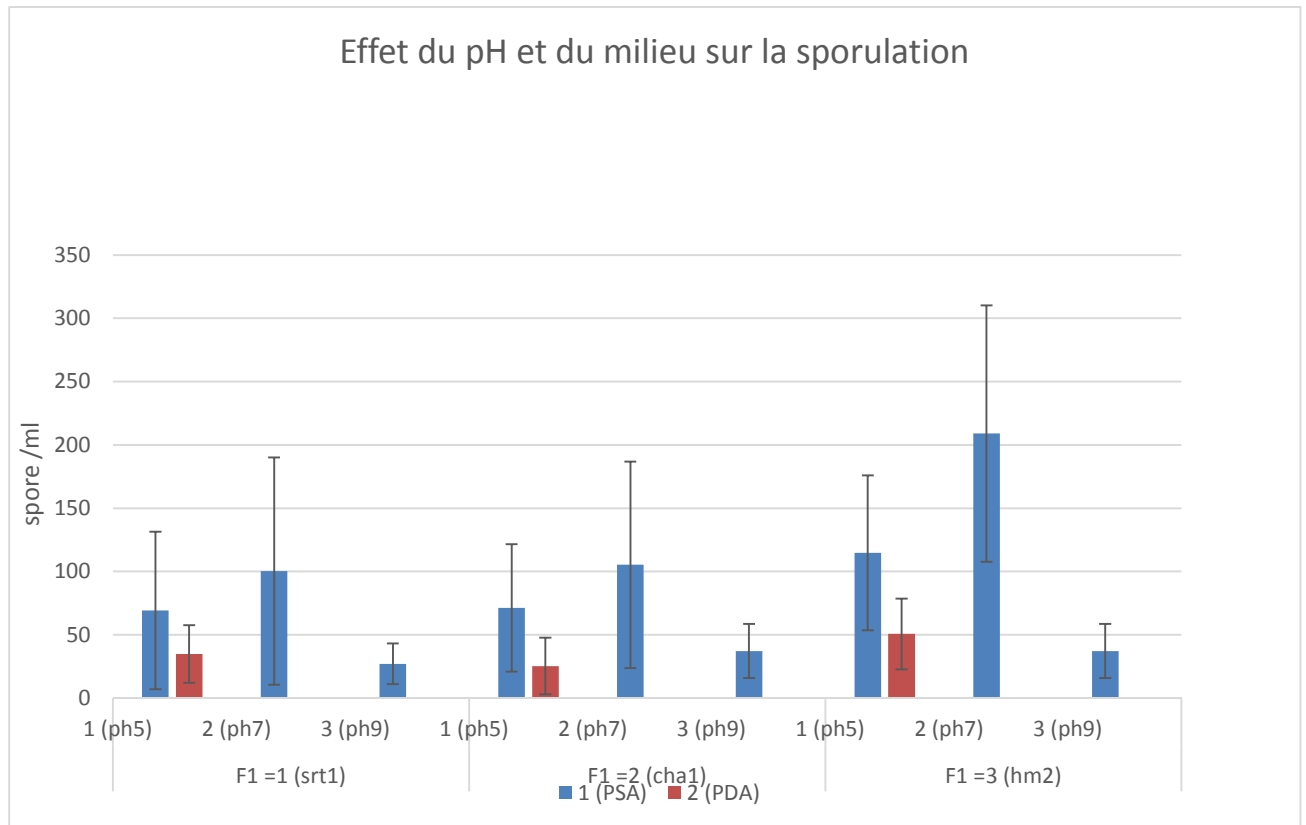


Fig.34 : Effet du pH et milieu de base sur la sporulation

On remarque que la sporulation est faible dans les milieux à pH = 5 et 9. Mais pour le milieu neutre (pH=7) on remarque une forte sporulation.

On observe aussi que dans le milieu à pH = 5, la souche Sp.Srt1 et Ba.Ch1 produisent une sporulation de 69;71 spores/ml dans le milieu de base PSA. Par contre, elle sporule peu 35; 25 spores/ml dans le PDA.

La souche K.HM2: montre une sporulation milieu de 115 spore/ml pour le PSA, alors que sur et dans le milieu PDA on remarque une sporulation de 51 spore/ml.

III. Discussion :

Alternariose de la pomme de terre c'est déclarée au champ après les dernières pluies de mi-mars suivi par des hautes températures pour la culture de saison dans la commune de Sayada (Vallée des jardins), l'attaque est plus importante vers la dernière moitié du cycle végétatif de la pomme de terre.

Les conditions climatiques: température entre 20 à 25°C, humidité relative entre 90 à 100%, favorisé le développement de la maladie.

La présente étude montre que de membreuse des exploitations sont atteintes,

Par ailleurs, on remarque que toutes les exploitations du plateau de Mostaganem sont attaquées par l'alternariose surtout à l'intérieur, la commune de touahria est la plus attaquée par cette maladie. Cette commune est caractérisé par un climat chaud, facteur important pour le développement des champignons et se caractérise par son emplacement à une altitude de 100 m au-dessus du niveau de la mer (annexe 3), la culture de pomme de terre dans cette région est en le fin de stade végétatif quand nous l'avons prospecté.

Dans la zone littorale commune de Mostaganem les parcelles de la pomme de terre attaquées par l'alternariose mais a un degré plus faible que dans la commune de Touahria.

Dans la zone du sub littoral on note une faible attaque par l'*alternaria sp.* Cela est du peut être l'altitude (200 m), et en climat tempéré, ainsi que le stade de la culture (floraison-maturité), observe de notre prospection.

Pendant notre étude, on a observé, en outre, que cette maladie n'est pas présente dans les zones du Dahra, en raison de l'absence de grandes exploitations de pomme de terre - fermes familiales-.

Ces observations sont en accord avec celle de Harrision et al., (1974) qui avaient reporté que l'Alternariose est une maladie fongique qui peut être localement importante. Elle est favorisée par un climat chaud, particulièrement en culture irriguée. Ainsi en Israël elle sévit gravement pendant la période de végétation (Caligari et Nachmias, 1988).

On note aussi que Les cultures précoces plus sensibles sont plantées en Décembre et début Janvier à Bouguirat, Sirat, Mansourah, Ain Nouissy, Hassi Mameche alors que celles tardives sont moins sensibles, observes à Sayada, Kheir Eddine, Sour.

Les premiers symptômes sont des taches circulaires ou angulaires brunes, souvent avec des anneaux concentriques, qui apparaissent d'abord sur les vieilles feuilles. Lorsque les conditions climatiques sont favorables au développement du champignon, ces taches s'étendent, entraînant la mort des feuilles et se propagent aux feuilles les plus jeunes.

Aucune variété résistante à l'alternariose à été observée mais il a a des différences de sensibilité entre elle. Les variétés sensibles sont Spunta puis Amorosa et enfin Bartina.

Nous avons remarqué que le système d'irrigation par aspersion est plus favorable de la devloppement de maladie que le système d'irrigation par goutte à goutte.

Cette maladie est étroitement liée à la sénescence des feuilles et des plantes. Harrison et al. (1965) montrent que les infestations réalisées au champ sur un feuillage jeune (dans le mois suivant la plantation), ne provoquent pas la maladie et que les premières lésions apparaissent invariablement sur les feuilles sénescentes de la base des plantes. Les feuilles les plus âgées sont plus sensibles et leur sensibilité augmente à mesure que la plante vieillit (Pelletier et Fry, 1989). Dans la seconde partie de leur cycle végétatif les cultures peuvent être entièrement détruites: il y a défoliation généralisée de la plante. Inversement, certains facteurs tels que la température, l'humidité, l'intensité lumineuse et la longueur du jour peuvent jouer des rôles importants dans la rupture de la résistance apparente des plantes au stade jeune (Harrison et al., 1965).

Le parasite peut également, dans de rares cas, attaquer les tubercules pendant la végétation et provoquer une pourriture sèche superficielle et liégeuse. Certains auteurs relatent des infections de tubercules par *A.solani* lors des opérations de récolte: les spores présentes formées pendant la récolte (Venette et Harrison, 1973). La maladie évolue pendant la conservation.

Nos résultats ont révélé une variation considérable entre les caractères macroscopiques des isolats. La couleur de la colonie varie du clair 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 régulière ou irrégulière, avec ou sans zones concentriques. Une couleur grise à brune et verdâtres 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 d'*A.alternata* isolé, d'*Amaranthus retroflexus* varie du gris clair au gris foncé. De même, Rai et Kumari et al. (2009) ont observé différents isolats d'*A.alternata*, les colonies avaient une texture cotonneuse à compacte et dense avec couleur claire à noir foncé.

L'impact du pH du milieu sur la croissance mycélienne et la sporulation des trois souches est étudié dans une gamme de pH de 5, 7 et 9. Corroborant les observations de Madan et Thind (1998) qui montrent que généralement, la croissance des champignons est favorisée par un pH neutre ou légèrement acide.

CONCLUSION

La pomme de terre est une culture sensible à *Alternaria sp.* Dans la Wilaya de Mostaganem la principale zone attaquée par l'Alternariose se situe vers l'intérieure Touahria.

Les conditions climatiques sont un facteur important dans l'apparition de cette maladie.

Au cours de cette année, nous observons des précipitations significative, ce qui a fait apparaître la maladie plus tôt que les années précédentes.

D'autres facteurs contribuent à l'apparition de la maladie, comme:

Le stade végétatif de la culture: la tubérisation et la maturité , période sensible de la culture de pomme de terre (l'alternariose une maladie de fin de saison)

La sensibilité variétale: Les plus précoces ont tendance à être plus sensibles que celles plus tardives.

Le système d'irrigation: l'aspersion est plus favorable à la maladie.

L'altitude au dessus du niveau de la mer: l'*Alternaria sp.* affecte les cultures des plaines basses.

Le stress de la culture : Stress hydrique, carance de Bore, N insuffisant...etc.

Pour limiter l'extension de l'alternariose de pomme de terre il faut éviter l'utilisation des tubercules malades (bléssés) et l'utilisation raisonnable de produits phytosanitaire, traiter aux moments appropriés dant la journée.

Cette étude permet de mettre en évidence l'importance de l'*alternaria sp.* de pomme de terre dans la région de Mostaganem. Nous recommandant à que les travaux ultérieurs apportent des précisions sur les pertes de rendements dues à cette maladie.

Références bibliographiques

- ✓ Abdessalem F., 1990 : Contribution a l'étude de trois amendements organiques (fumier de fermes, fientes de volailles, compost urbain).
- ✓ Andersen, A. Thrane, U. 1996. Differentiation of *Alternaria infectoria* and *Alternaria alternata* based on morphology, metabolites profiles and cultural characteristics. *Can. J. Microbiol.*42: 685-689.
- ✓ Anonyme., 1998 : Maladies de la pomme de terre. Edition. I.T.C.F. Paris. 48p.
- ✓ Bamouh A., 1999. Technique de production de la Pomme de Terre au Maroc.
- ✓ Belabid L. 2003. La fusariose vasculaire de la lentille (*lens culinaris* Med.) dans le Nord Ouest Algérien : morphologie et diversité génétique chez *Fusarium oxysporum* (Schelecht.) Emend.S.& H.f.sp.*lentis* (vasud.& srini) en relation avec la répartition géographique et le pouvoir pathogène. Doct. D'Etat.Univ.Oran (Algérie), 178p.
- ✓ Bissati-Bouafia S.(1996). Optimisation de la cryoconservation d'apex de *solanum phureja* par enrobage-déshydratation, en présence de saccharose . Etude sur l'effet de différentes substance cryoprotectrices. Thèse de Doctorat de l'Université de Rennes1. France. 107P
- ✓ Blancard, D. laterrot, H. Marchoux, G. candresse, T. 2012. A colour Handbook-Tomato Diseases :identification, biology and control. Manson Publishing Ltd.688pp. Bulletin de liaison et d'information du PNTTA (51) : 4p.
- ✓ Booth C. 1971. The genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, surrey, England.237p.
- ✓ Botton, B. Bretton, A.Fevre, M.Gauthier,S.Guy, Ph. Larpent, JP. Reymond, P. Sanglier, JJ. Vayssier, Y. Veau, P. 1990 Moisissures utiles et nuisibles : importance industrielle 2 eme edition. Paris.512 :309.
- ✓ Caromel B., Mugniery D., Lefebvre V., Andrzejewski S., Chehat F., 2008. La filière pomme de terre Algérienne : une situation précaire ; pp :1-13, in Journée d'étude sur la filière pomme de terre : situation actuelle et perspectives,18 juin 2008. INA EL-HARRACH, Alger.
- ✓ Clement M., 1981. Larousse agricole. Ed Larousse Paris, pp. 814-879.

- ✓ Cutter E.G., 1978- Structure and development of potato plant. In: The Potato Crop.Hams.
- ✓ D.S.A.,2018- Production de pomme de terre situation de Mostaganem
- ✓ Daniel Ryckmans, (2006). - Culture de la pomme de terre : avec ou sans labour- <http://pro.ovh.net>
- ✓ Ellis MB, Gibson, IAS. 1975. *Alternaria solani* no. 45 set 48. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, UK.
- ✓ Ellis, M. B. 1971. Dematiaceous hyphomycetes. Kew. 608pp.
- ✓ Ellisseche D., Kerlan M.C., Rousselle P., Rousselle-Bourgeois F., 2003. Mapping QTLs for resistance against *Globodera pallida* (Stone) Pa2/3 in a diploid potato progeny originating from *Solanum spegazzinii*. *Theoretical and Applied Genetics* .N°106, pp.1517-1523.
- ✓ F.A.O.,2018- Annuaire statistique de la FAO
- ✓ Ferrer C, Muñoz G, Alió JL, Abad JL, Colomm F: Polymerase chain reaction diagnosis in fungal keratitis caused by *Alternaria alternata*. *Am J Ophthalmol*. 2002 Mar;133(3):398-9.
- ✓ Freeman, GG. _1965. Isolation of alternariol and alternariol monomethyl ether from *Alternaria dauci* (kukn) Groves and skolko. *Phytochemistry*.5: 719-721.
- ✓ Google maps, (2018)- <https://www.google.dz/maps>
- ✓ Grison C., 1983-conservation. In la pomme de terre, caractéristique et qualités alimentaires,Apira Ed.,292 p.
- ✓ Harrison J. G., 1992- Effects of the aerial environment on late blight of potato foliage – a review. *Plant Pathol.*, 41. 384-416.
- ✓ Heller R., 1981. *Physiologie végétale tome I Nutrition*. 2ème Ed Masson, 283 p.
- ✓ I.T.C.F., 1998- maladies de la pomme de terre
- ✓ Joly, P.B., Paradeise, C. (2003). Agriculture et alimentation : Nouveaux problèmes, nouvelles questions. *Sociologie du Travail*, n° (45), p. 1-8.
- ✓ Joly, P.1964. le genre *Alternaria*. *Encyclopédie Mycologique*, Ed.J.P. lechevalier. Paris.25pp.
- ✓ Kurowski C. J., Manzer F. E., 1992 – Reevaluation of *Solanum* species accessions shoing resistance to bacterial ring rot. *Am. Patato J.*, 69, 289-297.
- ✓ Laumonier R., 1979- *Les cultures légumières et maraîchères*. Tome 2. Ed. J.B., Paris,pp. 209-230.
- ✓ M.A.D.R.,2008- Direction de statistique de système d'information (D.S.A)

- ✓ Madan, M. Thind, KS. 1998. Physiology of fungi. A.P.H. Publishing Corporation, New Delhi, India.
- ✓ Madec et Perennec. (1962). Les relations entre l'induction de la tubérisation et la croissance chez la pomme de terre. Ann. Phsio. Veg PP.05-83.
- ✓ Madec et Perennec. 1962. Les relations entre l'induction de la tubérisation et la croissance chez la pomme de terre. Ann. Phsio. Veg PP.05-83. mustard on community soil nematodes in a field of potatoes with a focus on *Globodera rostochiensis*. Applied Soil Ecology. Vol 59, pp. 39-47. Feytaud J., 1949 - La pomme de terre. Ed. Presses Universitaires de France, Paris. 126p.
- ✓ Madec P, 1966: Croissance et tubérisation de la pomme de terre. Bull. soc. Fr. Phsio. Veg (12) .pp 159-173.
- ✓ Morrison VA, Weisdorf DJ: *Alternaria*: a sinonasal pathogen of immunocompromised hosts. Clin Infect Dis. 1993 Feb;16(2):265-270.
- ✓ Nachmais A., Krikun J., 1984 – transmission of verticillium dahlia in potato tubers. Phytopathology, 74, 535-537.
- ✓ Nachmias A., Orenstein J., Tal M., 1990 – reaction to verticillium dahlia phytotoxin in tissue cultures derived from susceptible and tolerant potato. Plant Sci., 68, 123-130.
- ✓ Neergaard, P. 1995. danish species of *Alternaria* and *Stemphylium*: taxonomy, parasitism, economic significance. Oxford University Prees, London. 260-287.
- ✓ Oswaldo T., 2010. Hommage à la pomme de terre. Haute école de santé de Genève, 11p.
- ✓ Pelletier, J. Fry, W. 1989. Characterization of resistance to early blight in three potato cultivars: Incubation period, lesion expansion rate, and spore production. Phytopathology. 9: 511-517.
- production, amélioration, ennemis, maladies et utilisation. INRA, Paris, 607P.
- ✓ Pusz, W. 2009. Morpho-physiological and molecular analyse of *Alternaria alternate* isolated from seeds of *Amarantus*. Phytopathologia. 54: 5-14
- ✓ Rai, PK. Kumari, L. 2009. Variability in *Alternaria alternate* infecting periwinkle (*Catharanthus roseus*). Progr. Agric. 9 : 269-272.
- ✓ Rappily F. 1968. les technique en mycologie en pathologie végétal. Annulles des Epiphytes, vol.19. Institut National de Recherche Agronomique, Paris (France), 12p.

- ✓ Regueig L., 2008. Itinéraire technique de la culture de la pomme de terre en Algérie. Journée d'étude sur la filière pomme de terre. INA El Harrach 18 juin 2008
- ✓ Rousselle, P., Robert, Y. et Grosnier, J. C. (1996). La pomme de terre
- ✓ Saleemi, MK. Khan, MZ. Khan, A. Javed, I. UI Hasan, Z. Hameed, MR. Hameed, S. Mehmmod, MA. 2012. Occurrence of toxigenic fungi in laize and maize-gluten meal from Pakistan. *Phytopathologia Mediterranea*. 51(1):219-224
- ✓ Schell WA: Unusual fungal pathogens in fungal rhinosinusitis. *Otolaryngol clin North Am*. 2000 Apr;33(2):367-373.
- ✓ Simmons, G.G. (1993). *Alternaria* themes and variation (63-72). *Mycotaxon* 48, 109-140.
- ✓ Sofi, TA. Muzafer, A. Beig, GH. Hassan, D. Mushtaq, A. Aflaq, H. Ahangar, FA. Padder, BA. Shah, MD. 2013. cultural. Morphological, pathogenic and molecular characterization of *Alternaria mali* associated with *Alternaria* leaf blotch of apple. *African Journal of Biotechnology*. 370-381.
- ✓ Soltner D. (1979). Les grandes productions végétales. *Phytotechnie spéciale*. 10^{ème} Edition. 427P.
- ✓ Taralova, EH. Schlecht, J. Kobus, B. Barry, MP. 2011. Modelling and visualizing morphology in the fungus *Alternaria*. *Fungal pathology*. 115: 1163-1173.
- ✓ Valdes Y., Viaene N., Moens M., 2012. Effects of modifications of yellow.
- ✓ Vartivarian SE, Anaissie EJ, Cowart RE, Sprigg HA, Tingler MJ, Jacobson ES: Regulation of cryptococcal capsular polysaccharide by iron. *J Infect Dis*. 1993 Jan;167(1):186-90.
- ✓ Wharton, P. and Kirk, W.(2012). Early Blight. *Potato Disease*, Michigan State University. Available at: <http://www.potatodiseases.org/earlyblight.html>
- ✓ (<http://svt.arc-dijon.fr>)
- ✓ (<http://www.pepinieraeiken.com>)

ANNEXE 1

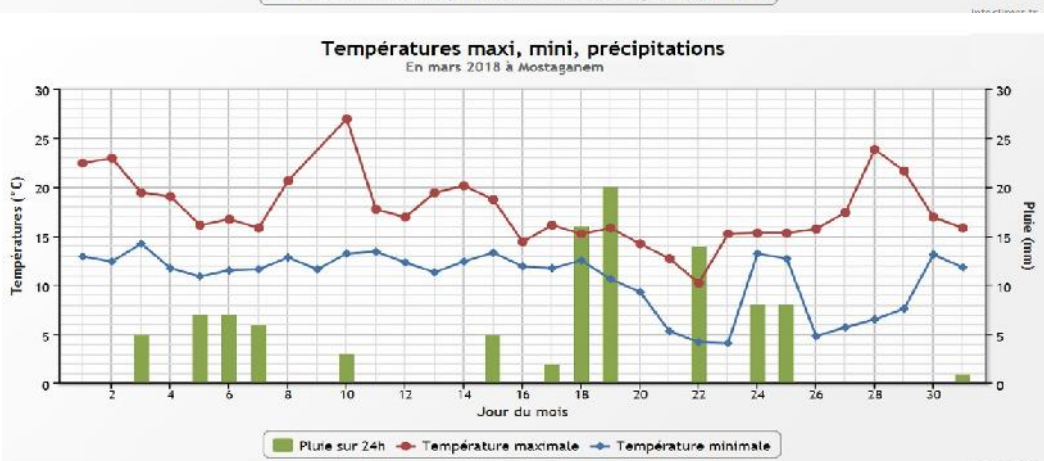
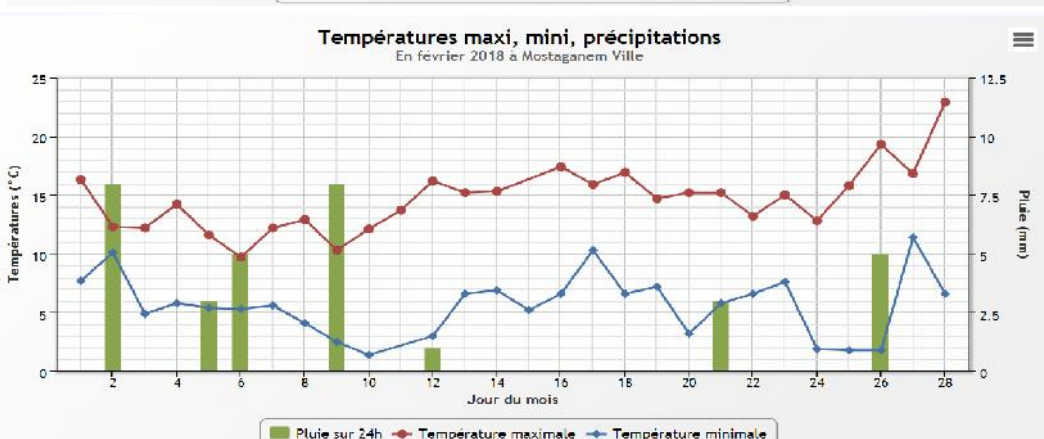
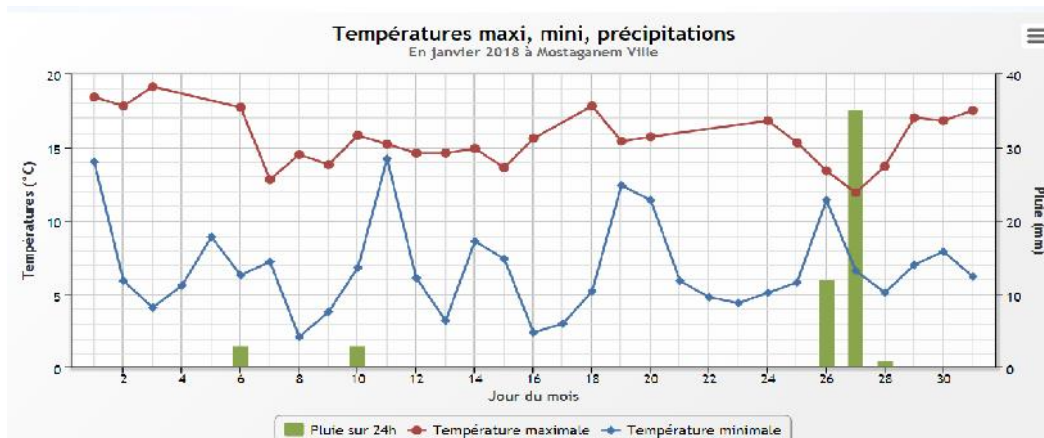
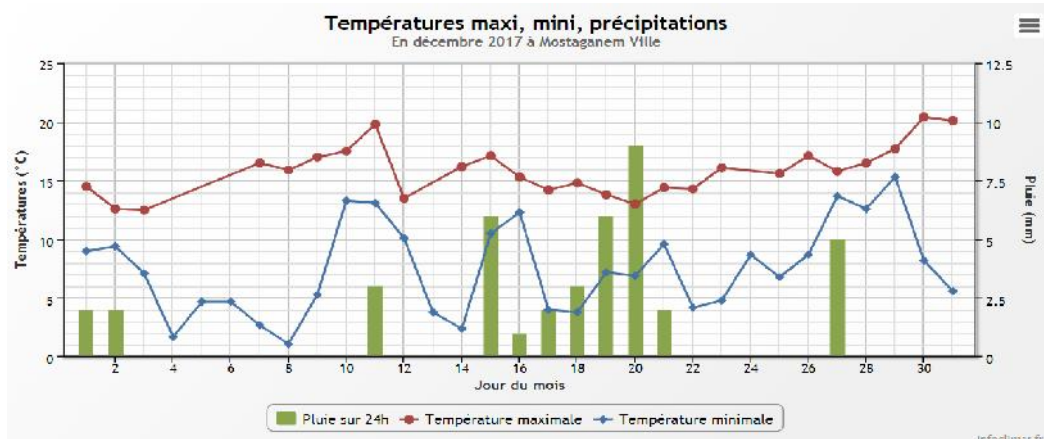
Tableau 1 : Prospections sur terrain de l'Alternariose de la pomme de terre dans la wilaya de Mostaganem

Communes		Date de sortie	Variété	Présence ou absence des symptômes	Code	Date d'isolement	Isolat	
							myc	spo
KHEIR EDDINE (lachbah)	P1	01/05/2018	Spunta	+	Sp.KHD1	02/05/2018		+
	P2	01/05/2018	Spunta	+	Sp.KHD2	02/05/2018		+
	P3	01/05/2018	Spunta	-	/			
SAYADA (lhcham)	P1	02/04/2018	Amorosa	+	Am.Lh1	03/04/2018		+
	P2	02/04/2018	Spunta	+	Sp.Lh2	03/04/2018		+
	P3	08/05/2018	Fabula	-	/			
AIN BOUDINAR	P1	01/05/2018	Spunta	-	/			
	P2	01/05/2018	Spunta	-	/			
	P3	01/05/2018	Spunta	-	/			
MOSTAGANEM chamouma	P1	02/05/2018	Bartina	+	Ba.cha1	02/05/2018		+
	P2	02/05/2018	Bartina	++	Ba.cha2	02/05/2018		+
	P3	02/05/2018	Bartina	+	Ba.cha3	02/05/2018		+
AIN TADLESS		01/05/2018	Spunta	-	/			
SOUR		01/05/2018	Spunta	+	Sp.Sr2	01/05/2018		+
OUED EL KHEIR (yanoro)		29/04/2018	Spunta	+	Sp.Ynr1	30/04/2018		+
SIDI BELLATTAR		01/05/2018	-	-	/			
MESRA	P1	03/04/2018	Spunta	-	/			
	P2	03/04/2018	Spunta	+	*			
	P3	03/04/2018	Spunta	-	/			
MANSOURAH	P1	30/04/2018	Spunta	++	Sp.Mnsr1	30/04/2018	+	
	P2	30/04/2018	Spunta	+	Sp.Mnsr2	30/04/2018	+	
	P3	30/04/2018	Spunta	+	Sp.Mnsr3	30/04/2018	+	
AIN SIDI CHERIF	P1	30/04/2018	Spunta	+	Sp.ASCH1	30/04/2018		+
	P2	30/04/2018	Spunta	++	Sp.ASCH2	30/04/2018		+
	P3	30/04/2018	Spunta	-	/			
TOUAHRIA	P1	24/04/2018	Spunta	+++	Sp.Thr1	24/04/2018	+	
	P2	24/04/2018	Spunta	+	Sp.Thr2	24/04/2018	+	
	P3	24/04/2018	Spunta	++	Sp.Thr3	24/04/2018	+	
BOUGUIRAT	P1	03/04/2018	spunta	++	*			
	P2	03/04/2018	spunta	+	*			
	P3	03/04/2018	spunta	+	Sp.Bgr3	04/04/2018		+
SIRAT	P1	03/04/2018	spunta	+	Sp.Srt1	04/04/2018		+
	P2	03/04/2018	Amorosa	-	/			
	P3	03/04/2018	Spunta	+	*			
	P4	14/04/2018	Spunta	+	Sp.Srt4	14/04/2018		+
	P5	14/04/2018	Amorosa	+	Am.Srt5	14/04/2018		+
	P6	14/04/2018	Spunta	-	/		-	
SOUAFLIAS		30/04/2018	Spunta	-	/		-	
SAF SAF		-	-	-	/		-	
HASSI MAMECHE	P1	16/04/2018	Spunta	-	/			
	P2	16/04/2018	Kondor	+	K.HM2	16/04/2018		+

	P3	19/04/2018	Spunta	+	Sp.HM3	19/04/2018		+
	P4	19/04/2018	Bartina	+	Ba.HM4	19/04/2018		+
	P5	19/04/2018	Amorosa	+	*			
MAZAGRAN (chemaine des criat)	P1	02/05/2018	Spunta	+	Sp.Mzgh1	02/05/2018	+	
	P2	02/05/2018	Spunta	+	Sp.Mzgh1	02/05/2018	+	
	P3	02/05/2018	Spunta	+	Sp.Mzgh2	02/05/2018	+	
MAZAGRAN (l'atelier)		10/04/2018	Spunta	+	Sp.Mzgh3	10/04/2018		
STIDIA		23/04/2018	Spunta	-	/			
AIN NOUISSY		23/04/2018	Spunta	+	Sp.ANs	23/04/2018	+	
HACIANE		23/04/2018	Spunta	-	/			
FORNAKA		23/04/2018	Spunta	-	/			

ANNEXE 2

- Climatologie de l'année 2018 à Mostaganem



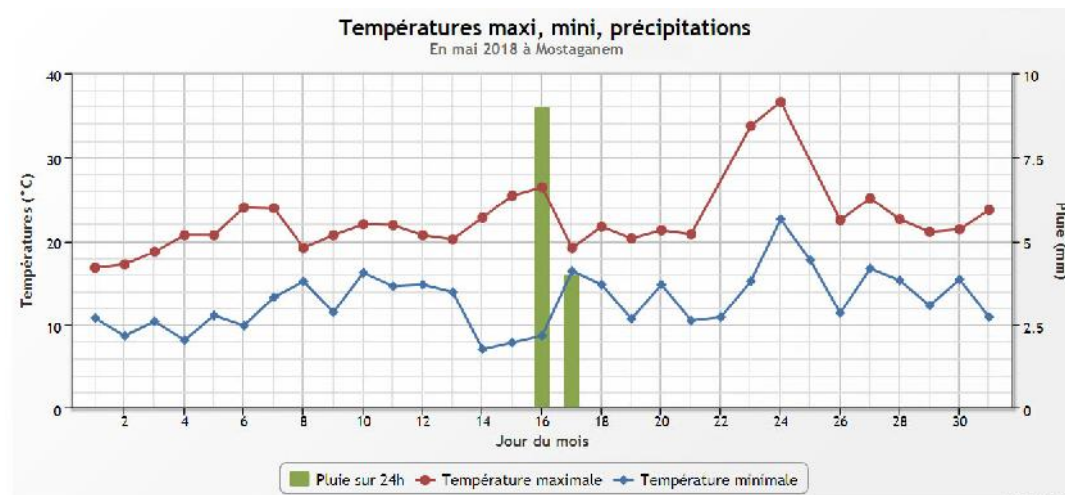
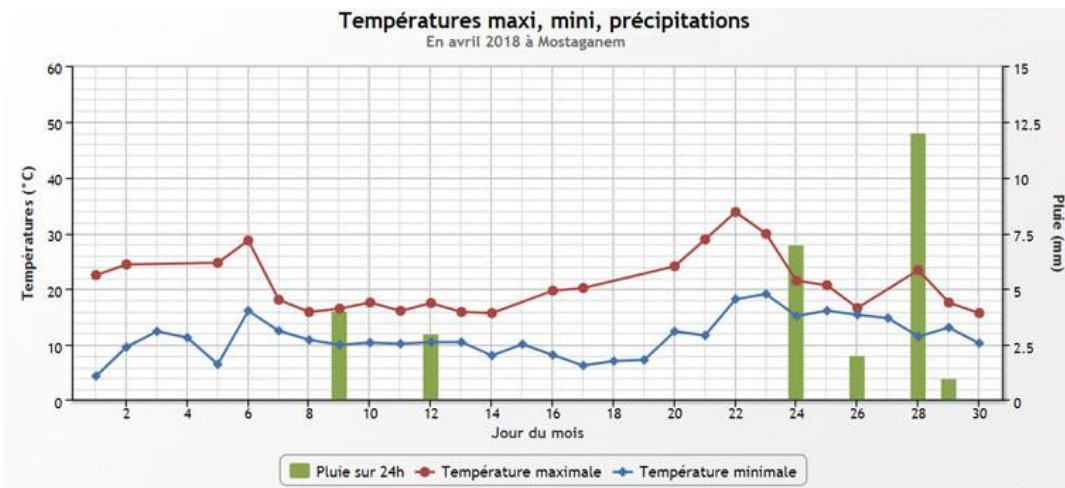


Fig.1: relevés météorologique (T°, précipitation) de Mostaganem 2018.

« 14 mars 2018 » Relevés du 15 mars 2018 Changer de date 16 mars 2018 » Aujourd'hui »

[Afficher les relevés intermédiaires \(METAR\) »](#)

l heure	Temps	Température	Pluie	Humidité	Pt. de rosée	Vent moyen (raf.)	Pression	Visibilité
13h		13.0 °C	3 mm/12h	89%	11.3 °C	6 km/h	1003.7 hPa	8 km
16h		14.2 °C		91%	12.8 °C	9 km/h	1003.4 hPa	8 km
13h		17.0 °C	0 mm/2h	74%	12.3 °C	13 km/h	1007.9 hPa	10 km
10h		17.8 °C		70%	12.3 °C	9 km/h	1007.0 hPa	10 km
07h		13.7 °C		89%	11.9 °C	0 km/h	1005.8 hPa	10 km

Fig.2: Conditions climatiques favorables pour le développement d'*Alternaria sp.* de pomme de terre en mars 2018 à Mostaganem (infolimat, 2018)

ANNEXE 3

- cartographie de Mostaganem

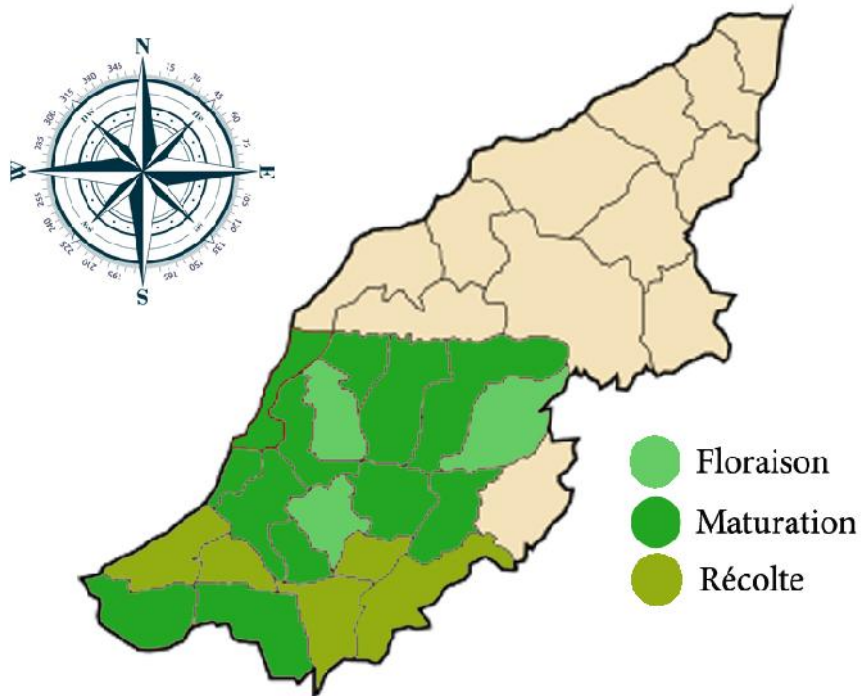


Fig.3: Stade de la culture de pomme de terre (floraison– maturité- récolte).

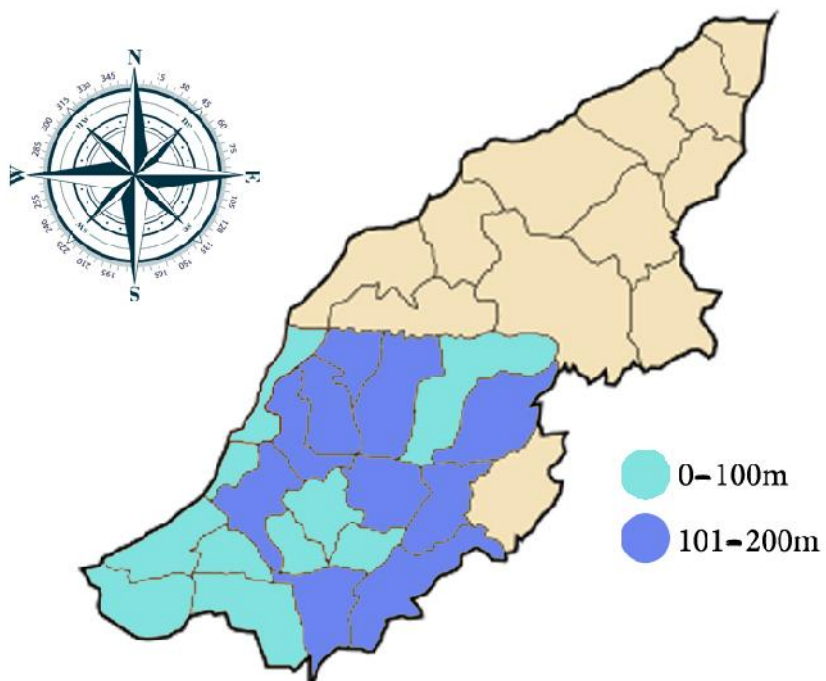


Fig.4: Altitude des exploitations prospectées

ANNEXE 4

Milieu de culture

- Milieu PSA (samson et al.,2002)
- Pommes de terre 200 g
- Saccharose 20 g
- Agar-agar 20 g

Les morceaux de pommes de terre pelées sont cuits dans un ballon avec couvercle dans environ 800 ml d'eau distillée pendant 30 min. Après cuisson, le liquide est filtré à travers une étamine et mélangé au saccharose et l'agar-agar et rempli jusqu'à 1 litre puis stérilisé à l'autoclave.

- Milieu PDA
- Pommes de terre 200 g
- Glucose 20 g
- Agar-agar 20 g

ANNEXE 5

Tableau 1 : MOYENNES INTER F1*2*4 = souche pH Jour

	F1 =1 (srt1)			F1 =2 (km2)			F1 =3 (ba cha)		
	1 (pH5)	2 (pH7)	3 (pH9)	1 (pH5)	2 (pH7)	3 (pH9)	1 (pH5)	2 (pH7)	3 (pH9)
1 (J3)	13,5	26,333	10,5	16,333	26,167	13,333	16,833	27,667	14
2 (J6)	30,333	54,5	25,833	34,333	51,5	31,833	36,667	53,667	32,167
3 (J9)	36,5	68,333	36,167	37,667	67,833	33,5	41,167	56,5	38

Tableau 2 : ECARTS-TYPES INTER F1*2*3 = souche ph milieu

	F1 =1 (srt1)			F1 =2 (km2)			F1 =3 (ba cha)		
	1 (pH5)	2 (pH7)	3 (pH9)	1 (pH5)	2 (pH7)	3 (pH9)	1 (pH5)	2 (pH7)	3 (pH9)
1 (J3)	4,561	3,445	0	1,592	0,73	3,596	0,365	0,73	2,757
2 (J6)	3,651	4,274	1,592	2,633	1,414	2,033	0,365	3,12	0,365
3 (J9)	0	7,33	1,592	6,24	5,91	1,673	0,365	8,556	1,673

Tableau 3 : MOYENNES INTER F1*3*4 = souche milieu Jour

	F1 =1 (srt1)		F1 =2 (km2)		F1 =3 (ba cha)	
	1 (PSA)	2 (PDA)	1 (PSA)	2 (PDA)	1 (PSA)	2 (PDA)
1 (J3)	25,111	8,444	28,556	8,667	31,556	7,444
2 (J6)	56,222	17,556	61,111	17,333	68,222	13,444
3 (J9)	70,778	23,222	68,667	24	75,111	15,333

Tableau 4 : ECARTS-TYPES INTER F1*3*4 = souche milieu Jour

	F1 =1 (srt1)		F1 =2 (km2)		F1 =3 (ba cha)	
	1 (PSA)	2 (PDA)	1 (PSA)	2 (PDA)	1 (PSA)	2 (PDA)
1 (J3)	3,753	2,517	3,122	0,5	2,255	0,289
2 (J6)	3,202	3,329	2,814	0,5	1,78	1,756
3 (J9)	4,752	3,547	6,904	0,5	2,198	6,538

Tableau 5 : MOYENNES INTER F1*2*3 = souche ph milieu

	F1 =1 (srt1)			F1 =2 (cha1)			F1 =3 (hm2)		
	1 (ph5)	2 (ph7)	3 (ph9)	1 (ph5)	2 (ph7)	3 (ph9)	1 (ph5)	2 (ph7)	3 (ph9)
1 (PSA)	69,222	100,444	27,111	71,222	105,333	37,222	114,778	209	37,222
2 (PDA)	34,778	0	0	25,333	0	0	50,667	0	0

Tableau 6 : ECARTS-TYPES INTER F1*2*3 = souche ph milieu

	F1 =1 (srt1)			F1 =2 (cha1)			F1 =3 (hm2)		
	1 (ph5)	2 (ph7)	3 (ph9)	1 (ph5)	2 (ph7)	3 (ph9)	1 (ph5)	2 (ph7)	3 (ph9)
1 (PSA)	62,134	89,741	16,035	50,385	81,518	21,4	61,29	101,21	21,4
2 (PDA)	22,769	0	0	22,349	0	0	27,996	0	0