

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة العليا للعلوم الفلاحية الحراش - الجزائر

Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA) El-Harrach-Alger



Thèse de Doctorat

Présenté et soutenu par :

BENINAL Lyes

En vue de l'obtention du Diplôme de Docteur en Sciences Agronomiques

Département : Botanique et Phytopathologie

Spécialité : Phytopathologie, Biotechnologie appliquée à la protection des végétaux

Thème

Diversité phénotypique et génotypique de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary dans différentes étages bioclimatiques d'Algérie et évaluation de la résistance de quelques variétés de pomme de terre.

Devant le Jury composé de :

M. KHELIFI Lakhdar	Président	Professeur (ENSA) El Harrach (Alger)
M. BOUZNAD Zouaoui	Directeur de thèse	Professeur (ENSA) El Harrach Alger)
Mme. MESSGO-MOUMENE Saida	Examinatrice	Maitre de conférences (USDB) Soumaa (Blida)
M. BENCHABANE Messaoud	Examineur	Professeur (USDB) Soumaa (Blida)
M. SETTI Benali	Examineur	Professeur (UHBC) (Chlef)
Mme. BOUREGHDA Houda	Examineur	Professeur (ENSA) El Harrach (Alger)

Année universitaire : 2022-2023

S O M M A I R E

DEDICACES

AVANT PROPOS

REMERCIEMENTS

PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES UNITES DE MESURE

I. INTRODUCTION GENERALE.....	1
II. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	5
II.1. LA POMME DE TERRE, PLANTE HOTE DU <i>PHYTOPHTHORA INFESTANS</i>.....	5
II.1.1. La culture de la pomme de terre dans le monde	5
II.1.2. La culture de la pomme de terre en Algérie.....	6
II.1.2.1. Production de la pomme de terre.....	6
II.1.2.2. Types de culture de la pomme de terre.....	7
II.1.2.3. Importation des semences de pomme de terre.....	8
II.1.2.4. Cultivars de pomme de terre homologués en Algérie	9
II.1.3. Caractéristiques botaniques et agronomiques de la pomme de terre	9
II.1.4. Cycle de développement de la pomme de terre.....	10
II.1.5. Contraintes abiotiques et biotiques de la culture de la pomme de terre.....	11
II.2. L'AGENT CAUSAL DU MILDIOU DE LA POMME	
DE TERRE : <i>P. INFESTANS</i>.....	13
II.2.1. Origine et importance de l'agent causal du mildiou de la pomme de terre	13
II.2.2. Nomenclature et position taxonomique de l'espèce <i>P. infestans</i>	14
II.2.2.1. Nomenclature.....	14
II.2.2.2. Position taxonomique.....	14
II.2.3. Caractéristiques morphologiques et biologiques de l'espèce <i>P. infestans</i>	14
II.2.4. Symptômes causés par <i>P. infestans</i> sur la pomme de terre	16
II.2.5. Quelques données biologiques et épidémiologiques de <i>P. infestans</i>	16

II.3. CARACTERISATION DES POPULATIONS DE <i>P. INFESTANS</i>	18
II.3.1. Marqueurs phénotypiques	19
II.3.1.1. Types de compatibilité sexuelle A1 et A2.....	19
II.3.1.2. Résistance des isolats de <i>P. infestans</i> aux phénylamides	19
II.3.1.3. Profil de virulence des isolats de <i>P. infestans</i>	20
II.3.1.4. Agressivité des isolats	20
II.3.1.5. Sensibilité des isolats à l'égard d'une gamme de températures.....	21
II.3.2. Marqueurs moléculaires.....	21
II.4. MIGRATION DES POPULATIONS DE <i>P. INFESTANS</i>	22
II.5. DIVERSITE GENOTYPIQUE DES POPULATIONS DE <i>P. INFESTANS</i>	23
II.6. STRATEGIES DE LUTTE CONTRE LE MILDIOU	
DE LAPOMME DE TERRE	24
II.6.1. Lutte culturale	24
II.6.2. Lutte génétique	24
II.6.2.1. Résistance spécifique.....	24
II.6.2.2. Résistance non spécifique.....	25
II.6.3. Lutte chimique.....	25
II.6.4. Lutte biologique.....	26
III. MATERIEL ET METHODES	28
PARTIE 1 : Evolution spatiale et temporelle des principales lignées clonales de <i>P. infestans</i> associées à la pomme de terre selon les types de culture et les étages bioclimatiques en Algérie	
III.1. MATERIEL	28
III.1.1. Prospection et récolte des plants de pomme de terre malades avec les symptômes du mildiou	28
III.1.2. Milieux de culture utilisés	29
III.1.3. Cartes FTA pour le prélèvement des échantillons d'ADN	
De <i>P. infestans</i>	30
III.2. METHODES	30
III.2.1. Isolement et purification des isolats de <i>P. infestans</i>	30
III.2.2. Conservation des isolats.....	32
III.2.3. Prélèvements des échantillons d'ADN de <i>P. infestans</i> à l'aide des cartes FTA.....	32
III.2.4. Caractérisation phénotypique des isolats de <i>P. infestans</i>	33

III.2.4.1. Types de compatibilité sexuelle des isolats de <i>P. infestans</i>	33
III.2.4.2. Résistance <i>in vitro</i> des isolats de <i>P. infestans</i> au métalaxyl.....	33
III.2.4.3. Réponse <i>in vitro</i> des isolats de <i>P. infestans</i> à l'égard d'une gamme de températures	35
III.2.4.4. Agressivité des isolats de <i>P. infestans</i> sur folioles détachées	35
III.2.4.5. Analyse statistique	35
III.2.5. Caractérisation génotypique des isolats de <i>P. infestans</i> par les marqueurs SSRs ...	37
III.2.5.1. Marqueurs microsatellites SSRs utilisés	37
III.2.5.2. Purification de l'ADN des cartes FTA.....	37
III.2.5.3. Extraction et quantification de l'ADN des isolats de <i>P. infestans</i>	37
III.2.5.4. Génotypage par les marqueurs SSRs	37
III.2.5.5. Analyse statistique des données SSRs.....	39
PARTIE II : Comportement de quelques cultivars de pomme de terre à l'égard des lignées clonales de <i>P. infestans</i>.	
III.3. MATERIEL	40
III.3.1. Stations d'étude et cultivars utilisés.....	40
III.4. METHODES	40
III.4.1. Dispositif expérimental et conduite des essais en plein champ.....	40
III.4.2. Estimation de la sévérité de la maladie.....	41
III.4.3. Evaluation de la progression du mildiou.....	41
III.4.4. Détermination du type de résistance des cultivars testés.....	43
III.4.5. Estimation du rendement.....	44
III.4.6. Analyse statistique.....	45
IV. RESULTATS ET DISCUSSION	46
IV.1. DIVERSITE PHENOTYPIQUE DES POPULATIONS DE <i>P. INFESTANS</i>	46
IV.1.1. Compatibilité sexuelle des isolats	46
IV.1.2. Résistance <i>in vitro</i> des isolats de <i>P. infestans</i> au métalaxyl.....	48
IV.1.3. Croissance mycélienne des isolats sous l'effet d'une gamme de températures.....	50
IV.1.4. Agressivité des isolats de <i>P. infestans</i> sur folioles détachées.....	51
IV.1.5. Discussion	53
IV.2. DIVERSITE GENOTYPIQUE DES POPULATIONS DE <i>P. INFESTANS</i>	55
IV.2.1. Polymorphisme des loci microsatellites	55
IV.2.2. Distribution géographique et temporelle des lignées clonales de <i>P. infestans</i>	55

IV.2.3. Structure génétique et géographique des MLLs et des MLGs (sous population).....	61
IV.2.4. Discussion	62
IV.3. COMPORTEMENT <i>IN SITU</i>DES CULTIVARS DE POMME DE TERRE A	
L'EGARD DU MILDIOU.....	65
IV.3.1. Estimation de la sévérité de la maladie	66
IV.3.2. Evaluation de la progression de la maladie.....	68
IV.3.3. Détermination des types de résistance des cultivars testés	69
IV.3.4. Evaluation du rendement.....	69
IV.3.5. Discussion.....	72
V. CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	76
VI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	79
ANNEXES	
RESUMES	

Notre étude a visé l'évaluation de l'activité antifongique *in vitro* des extraits aqueux préparés à partir de sept plantes médicinales (*Carya illinoensis*, *Equisetum arvense*, *Rosmarinus officinalis*, *Pistacia lentiscus*, *Mentha suaveolens*, *Punica granatum* et *Posidonia oceanica*) contre les isolats A1 et A2 de *Phytophthora infestans*, agent causal du mildiou de la pomme de terre. Les extraits aqueux bruts (100%) de plantes ont été préparés par décoction et aux concentrations de 70, 50, 30 et 10%, pour les extraits les plus efficaces. Leur potentiel antifongique a été évalué *in vitro* et *in vivo* après traitement, en se basant sur l'inhibition de la croissance mycélienne, de la sporulation, de la germination et de la survie des isolats pathogènes de *P. infestans*. Les extraits aqueux des plantes testés ont montré une efficacité variable. Les taux d'inhibition les plus élevés ont été enregistrés pour l'ensemble des paramètres en utilisant des extraits aqueux préparés d'écorce de *P. granatum* et de feuilles et de baies de *P. lentiscus* (88%), à la concentration de 10%. Leur potentiel antifongique a été exprimé par la lyse mycélienne et la digestion du contenu des sporanges ainsi que par l'inhibition de la croissance mycélienne de *P. infestans*. L'analyse des composés phénoliques des extraits aqueux des plantes testés a révélé une relation étroite entre le contenu des polyphénols totaux et l'activité antifongique observée. Cette étude a clairement démontré que l'écorce de grenade, les feuilles et/ou les baies du pistachier lentisque peuvent être exploités comme sources potentielles de molécules bioactives pour la lutte contre le mildiou de la pomme de terre.

Mots clés: Effet biocide, extraits aqueux végétaux, *Phytophthora infestans*, polyphénols, *Solanum tuberosum*

ملخص

مسقو-ومن، سعدة وريم بوخالفة وجازية بلعدي و الياس بنينال وسهام حمدي حداج ومحمد بلطرش. 2017. النشاط المضاد للفطريات في المخبر لعدة مستخلصات نباتية ضد شبه الفطر *Phytophthora infestans* العامل المسبب لمرض اللفحة المتأخرة على البطاطا/البطاطس. **Tunisian Journal of Plant Protection 12: 19-33.**

هدفت دراستنا إلى تقييم النشاط المضاد في المختبر للمستخلصات المائية التي أعدت من سبعة أعشاب طبية هي *Carya illinoensis* و *Equisetum arvense* و *Rosmarinus officinalis* و *Posidonia oceanica* و *Mentha suaveolens* و *Punica granatum* و *Posidonia oceanica* ضد العزلات (A1 / A2) لشبه الفطر *Phytophthora infestans* العامل المسبب لمرض اللفحة المتأخرة على البطاطا. تم إعداد المستخلصات النباتية الخامة (100%) بواسطة الاستخلاص بالإغلاء وبالتركيزات 70 و 50 و 30 و 10% بالنسبة إلى المستخلصات الأكثر فعالية. تم تقييم النشاط المضاد للفطريات في التجارب البلورية والإحيائية بعد المعاملة، على أساس تثبيط نمو شبه الفطر وتبوغه وإنباته وبقاء السلالات الممرضة لـ *P. infestans*. أظهرت المستخلصات المائية للنباتات المجربة فعالية متفاوتة. سجلت أعلى نسبة تثبيط لمجموعة من المعلمات باستخدام المستخلصات المائية المحضرة من لحاء *P. granatum* و من أوراق وثمر *P. lentiscus* (88%) بالنسبة إلى تركيز 10%. بينت القدرة المضادة للفطريات عن طريق تدمير مشائج شبه الفطر والأبواغ وعن طريق تثبيط نمو *P. infestans*. أظهر تحليل المركبات الفينولية في المستخلصات المائية للنباتات المختبرة علاقة وثيقة بين المحتوى الإجمالي للبوليفينولات والنشاط المضاد للفطريات. وأظهرت هذه الدراسة بوضوح أن لحاء *P. granatum* وأوراق و/أو ثمار *P. lentiscus* يمكن استغلالها كمصادر محتملة للجزيئات النشطة بيولوجيا لمكافحة مرض اللفحة المتأخرة للبطاطا.

كلمات مفتاحية: بوليفينولات، مستخلصات نباتية مائية، نشاط ضد حيوي، *Phytophthora infestans*، *Solanum tuberosum*

LITERATURE CITED

- Banso, A., Adeyemo, S.O., and Jeremiah, P. 1999. Antimicrobial properties of *Vernonia amygdalina* extract. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management* 3: 9-11.
- Bashan, B., Kadish, D., Levy, Y., and Cohen, Y. 1989. Infectivity to potato sporangial germination, and respiration of isolates of *Phytophthora infestans* from metalaxyl-sensitive