

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila



MEMOIRE

Présenté à la Faculté des Sciences
Département des Sciences Agronomiques

Pour obtenir le Diplôme de

Master Académique en Protection des Végétaux

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Thème

Effet de la source du carbone sur la croissance et le développement de *Rhizoctonia solani* Kühn, agent du rhizoctone brun de la pomme de terre *Solanum tuberosum* L.

Présenté par :

M^{elle} Wiem LATRAOUI et M^{elle} Salima KHATAB

Devant le Jury :

Président	CHERIEF A.	MAA	Université M ^{ed} Boudiaf de M'sila
Encadreur	TIAIBA A.	MCB	Université M ^{ed} Boudiaf de M'sila
Examineur	ZEDAM A.	Pr	Université M ^{ed} Boudiaf de M'sila

يهدف هذا العمل إلى دراسة تأثير مصدر الكربون ودرجة الحموضة على نمو وتطور عزلتين لـ *Rhizoctonia solani* Kühn و *Solanum tuberosum* L. العزلتين مأخوذتين . . كشفت النتائج التي تم الحصول عليها أن النمو يتأثر بشكل كبير بنوع مصدر الكربون حيث ثبت أن النشا أكثر ملاءمة لهذا من السكروز. فيما يتعلق بدرجة الحموضة ، تُظهر العزلات المأخوذة بشكل منفصل نموًا مشابهًا تقريبًا عندما يتعلق الأمر بنفس مصدر الكربون عند نقطتي حموضة مختلفتين. فيما يتعلق بتكوين القشرات السوداء ، يبدو أن وسط 5.5 أقل ملاءمة لتكوين القشرات السوداء على الرغم من السلوك المختلف قليلاً للعزلات

الكلمات المفتاحية :

Résumé

Ce travail vise l'étude des effets de la source du carbone et le pH sur la croissance et le développement de deux isolats du sud algérien de *Rhizoctonia solani* Kühn, agent du rhizoctone brun de la pomme de terre *Solanum tuberosum* L. Les résultats obtenus révèlent que la croissance est significativement influencée par le type de la source du carbone où l'amidon s'est montré plus favorable à cela que le saccharose. S'agissant du pH, les isolats pris séparément présentent une croissance presque similaire lorsqu'il s'agit de la même source du carbone mise à deux points de pH différents. En ce qui concerne la formation des sclérotés, il paraît qu'un milieu au saccharose à un pH de 5,5 est moins propice à la formation des sclérotés en dépit du comportement légèrement différent des isolats étudiés.

Mots clés : Rhizoctone brun, croissance et développement, Source du carbone, pH.

Abstract

This work aims to study the effects of the source of carbon and the pH on the growth and development of two isolates from southern Algeria of *Rhizoctonia solani* Kühn, agent of canker and black scurf of potato *Solanum tuberosum* L. The results reveal that growth is significantly influenced by the type of carbon source where starch was more favorable to this than sucrose. Regarding the pH, the isolates taken separately show almost similar growth when it comes to the same carbon source at two different pH points. Regarding the formation of sclerotia, it appears that a sucrose medium at a pH of 5.5 is less conducive to the formation of sclerotia despite the slightly different behavior of the studied isolates.

Key words: black scurf, growth and development, carbon source, pH.

Dédicace

Je dédie ce travail à :

Au propriétaire d'une biographie parfumée et d'une pensée éclairée, car il a eu le premier crédit pour mon éducation mon père HOCINE, que Dieu le protège et prolonge sa vie.

A qui je la préfère à moi et pourquoi pas, elle s'est sacrifiée pour moi, et elle n'a ménagé aucun effort pour me rendre toujours heureuse, ma mère NASIMA.

À ceux sur lesquels je m'appuyé dans toutes les petites et les grandes choses..., mes frères Issam et Haider.

À mes sœurs qui m'ont toujours aidé à surmonter les obstacles et difficultés.

À mes amis et à tous ceux qui m'ont soutenu et m'ont aidé avec tout ce qu'ils avaient et de bien des façons.

À tout ce qui porte le nom de LATRAOUI.

WIEM

Dédicace

Je dédie ce billet de fin d'études à:

*Mon père Tahar, ma mère Khedidja et ma deuxième mère
Zohra*

*Pour leur amour, leur patience, leur soutien et leurs
encouragements envers moi*

Mes âmes sœurs et frères et sœurs,

*Je mentionne surtout ma sœur, Mounira, son mari Mohamed
et leur pote Sabreen*

Ma cousine Sara et sa fille Meriem

*Mes amis et camarades, Souad, Chaima, Nadia, Asma,
Wahiba, Houda et Iman.*

*En fin je n'oublie pas tous les enseignants et professeurs à
tous les niveaux d'enseignement*

SALIMA

Remerciement

Nous remercions tout d'abord notre clément Dieu qui nous a donné la puissance pour que nous puissions terminer ce travail.

*Nous adressons nos remerciements les plus sincères, à notre directeur de mémoire **M. Ammar TIAIBA**, enseignant au département des sciences agronomiques de l'université de M'sila, à qui nous devons beaucoup, nous le remercions pour ses conseils, ses orientations et sa disponibilité.*

Nos vifs remerciements vont également à :

***M. Abdelkader CHERIEF**, Chef de département des sciences agronomiques de l'université de M'sila, d'avoir accepté de présider le jury de soutenance et d'examiner notre travail ;*

***M. Abdelghani ZEDAM**, enseignant au département des sciences agronomiques de l'université de M'sila, d'avoir accepté de juger notre travail ;*

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui nous ont conseillé et aidé dans la réalisation de ce travail.

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Classification de <i>Thanatephorus cucumeris</i> , anamorphe <i>R. solani</i> Kühn	11
02	Composition chimique du tubercule de pomme de terre	14
03	Principales maladies de la pomme de terre	17
04	Principaux ravageurs de la pomme de terre	19
05	Caractéristiques des deux variétés de pomme de terre, source d'isolats (<i>Bulletin des variétés</i>).	22
06	Composition du milieu <i>Potato Dextrose Agar</i> (PDA)	23
07	Composition du milieu Czapek Dox Agar (CZ)	23
08	Identification des lots expérimentaux	25
09	Dispositif statistique relatif à la variable Viabilité des sclérotés	28
10	Dispositif statistique relatif à la variable Croissance mycélienne	28
11	Dispositif statistique relatif à la variable Formation des sclérotés	29

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Le rhizoctone brun des tubercules (<i>Rhizoctonia solani</i>); cycle et méthodes de lutte	10
02	Caractéristiques morphologiques de <i>Rhizoctonia solani</i> .	12
03	Caractéristiques morphologiques et cycle végétatif de la pomme de terre	15
04	Evolution des superficies (Statistique Agricole)	16
05	Evolution de la production (Statistique Agricole)	16
06	Evolution des rendements (Statistique Agricole)	16
07	Localisation sur la plante des principales maladies de la pomme de terre	19
08	tubercules de pomme de terre portant les symptômes du rhizoctone brun (Sclérotés)	21
09	<i>Rhizoctonia solani</i> , isolat IPJ39 (gauche) ; isolat IPR39 (droite)	22
10	Récupération (gauche) et désinfection (droite) des sclérotés	25
11	Mise en culture des sclérotés	26
12	Evaluation de la croissance mycélienne	27
13	Viabilité des sclérotés des deux isolats de <i>R. solani</i>	30
14	Effet de la source du carbone et du pH sur la croissance mycélienne de <i>R. solani</i> , isolat IPJ39	31
15	: Effet de la source du carbone et du pH sur la croissance mycélienne de <i>R. solani</i> , isolat IPR39	31
16	Culture de <i>R. solani</i> présentant des sclérotés	33
17	Effet de la source du carbone et du pH sur la formation de sclérotés des deux isolats de <i>R. solani</i>	33

Table des Matières

.....	<i>i</i>
Résumé	<i>i</i>
Abstract	<i>i</i>
Dédicace	<i>ii</i>
Remerciements	<i>iv</i>
Listes des tableaux et des figures	<i>v</i>
Table des matières	<i>vii</i>
Introduction générale	<i>ix</i>
 <i>Chapitre premier</i> Revue bibliographique	
I.1 La maladie : le rhizoctone brun de la pomme de terre	10
I. 2 La plante hôte : la pomme de terre	13
I. 3 Maladies de la pomme de terre	14
Objectif du travail	20
 <i>Chapitre deuxième</i> Matériel et Méthodes	
II.1 Matériel	21
II.1.1 Matériel végétal.....	21
II.1.2 Matériel fongique.....	21
II.1.3 Milieux de culture.....	23
II.1.3.1 Milieu (<i>Potato Dextrose Agar</i>) PDA.....	23
II.1.3.2 Milieu (<i>Czapek Dox Agar</i>) CZ.....	23
II.2 Méthodologie	24
II.2.1 Conduite des essais.....	24
II.2.2 Protocole expérimental.....	24
II.2.3 Isolement de l'agent pathogène.....	25
II.2.4 Viabilité des sclérotas.....	26
II.2.5 Croissance mycélienne.....	26
II.2.6 Formation des sclérotas.....	27
II.2.7 Traitement statistique.....	27
II.2.7.1 Analyse de variance et comparaison des moyennes.....	27
II.2.7.2 Dispositifs statistiques.....	28
 <i>Chapitre troisième</i> Résultats et discussion	
III.1. Résultats	30
III.1.1. Viabilité des sclérotas.....	30
III.1.2. Croissance mycélienne.....	30

III.1.3. Formation des sclérotés.....	32
III.2. Discussion.....	34
Conclusion et perspectives.....	36
Références bibliographiques.....	37
Annexes.....	40

Introduction générale

De nos jours, la pomme de terre, comme produit agricole de large consommation, ne cesse de prendre de plus en plus de l'ampleur. Cependant, la culture de cette plante occupe actuellement de surface de grande étendue à travers le territoire nationale. Par ailleurs, le développement de cette spéculation ne va pas sans entraves de différentes natures. En effet, la culture de pomme de terre, comme toute culture est exposée à des contraintes abiotiques telles la sécheresse et la salinité et biotiques qui se manifestent surtout à travers des maladies causées par une large gamme de bioagresseurs.

Le rhizoctone brun est l'une des maladies économiquement importantes et qui affecte la pomme de terre au champ en causant des pertes considérables au semis et en rendement, la maladie se manifeste également en post-récolte en dépréciant la qualité marchande des tubercules. Cette maladie est causée par le basidiomycète *Thanatephorus cucumeris* [(A.B. Frank) Donk], téléomorphe (anamorphe, *Rhizoctonia solani* Kühn). Il s'agit d'un champignon tellurique et phytopathogène qui se caractérise surtout par sa large gamme de plantes hôtes à la fois cultivées et sauvages en dépit de sa capacité de se développer comme parasite il peut également se développer comme saprophyte sur les débris végétaux en décomposition et dans le sol. Sur pomme de terre, le pathogène se propage à partir du sol mais, surtout à travers les tubercules qui portent à leurs surfaces souvent des sclérotés. Ces derniers, en plus de leur faculté à se conserver pour des durées plus ou moins longues, constituent le moyen de propagation et de dissémination le plus important. Toutefois la connaissance et la caractérisation des populations du pathogène sévissant en Algérie s'avère plus que primordiale à une maîtrise et une lutte contre cette maladies.

Dans ce sens, nous nous sommes inscrits dans une ligne de travaux de caractérisation de *R. solani* Kühn, agent du rhizoctone brun de la pomme de terre *Solanum tuberosum* L., cette caractérisation s'intéresse à l'effet de la source du carbone ainsi que le pH sur la croissance et le développement de deux isolats de cet agent phytopathogène, isolat issus de la région de Oued Souf, sise au sud est algérien et qui est actuellement considérée comme un pôle producteur de pomme de terre.

Le présent document présenté en guise de mémoire de fin d'étude est conçu en trois chapitres distincts, un chapitre réservé à une synthèse bibliographique traitant le pathosystème *S. tuberosum* / *R. solani*, un deuxième consacré à la présentation du matériel et de la méthodologie empruntée et un dernier chapitre dans lequel, les résultats obtenus sont rapportés, interprétés et discutés.

Objectif du travail

Le présent travail vise à étudier l'effet de deux sources de carbone à savoir le saccharose et l'amidon d'une part et l'effet de deux points de pH *i.e.* 5,5 et 6,5 d'autre part, sur la croissance mycélienne et le développement via la formation de sclérotas de deux isolats de *Rhizoctonia solani* Kühn, agent du rhizoctone brun de la pomme de terre *Solanum tuberosum* L.

Chapitre deuxième : Matériel et Méthodes

II.1. Matériel

II.1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de tubercules de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) appartenant à deux variétés largement cultivées et consommées en Algérie, à savoir la variété à peau rouge *Désirée* et la variété à peau jaune *Spunta* et dont les caractéristiques sont rapportées dans le tableau 05.

L'origine des tubercules des deux variétés est la région de Oued Souf (Algérie) ; région où la culture de la pomme de terre est très pratiquée. Les tubercules pris dans la présente étude ont été récoltés fin mars 2022. Pour étudier l'agent pathogène causant le rhizoctone brun, notre sélection s'est portée sur des tubercules présentant les symptômes de la maladie, c'est-à-dire des tubercules portant à leurs surfaces les sclérotés du pathogène (figure 08).



Figure 08 : tubercules de pomme de terre portant les symptômes du rhizoctone brun (Sclérotés) ; gauche, la variété *Spunta* ; droite, la variété *Désirée* (Originale, 2022)

II.1.2. Matériel fongique

Le matériel fongique objet de l'étude est constitué de deux isolats de *Rhizoctonia solani* Kühn, agent causal du rhizoctone brun de la pomme de terre (figure 09). L'obtention

des deux isolats est effectuée par isolement direct à partir des tubercules portant les sclérotés du champignon. L'isolat obtenu à partir de la variété à peau jaune (Spunta) est libellé IPJ39 alors que celui isolé de la variété à peau rouge (Désirée) est nommé IPR39.

Tableau 05: Caractéristiques des deux variétés de pomme de terre, source d'isolats (*Bulletin des variétés. INRA/GEVES, 1994*)

Variétés (Année d'inscription)	Tubercule				Précocité ***		Sensibilité aux maladies et accidents physiologiques****							Teneur en MS	Aptitude à la conserva-tion	Indice de Rdt (en % de Binje)	
	couleur		forme	Yeux *	Grosseur **	Tubéris-ation	Matur-ation	Mildiou		Gale commune	Virus						
	peau	chair						feuillage	tubercule		X	Y	A				Enroul-ement
Binje (35)	jaune	jaune	obl	7	6	-	7	3	3	3	-	3	R	6	moyenne	moyenne	100
Désirée (71)	rouge	jaune	Obl	7	7	-	4,5	5	7	3	-	7	-	4	Assez élevée	bonne	104
Spunta (67)	jaune	jaune	Obl.all.	8	9	-	7	5	5	4	-	7	R	3	Très faible	Assez faible	111

Obl. : oblong ; Obl. all. : oblong allongé ; * : de 1= très enfoncés à 9= très superficiels ; ** : de 1= très petit à 9= très gros ; *** : de 1= très tardive à 9 très précoce ; **** : de 1= très sensible à 9= très résistante ; MS : Matière Sèche ; Rdt : Rendement. INRA/GEVES : Institut National de la Recherche Agronomique/Groupe d'Étude et de Contrôle des Variétés et des Semences. (France)

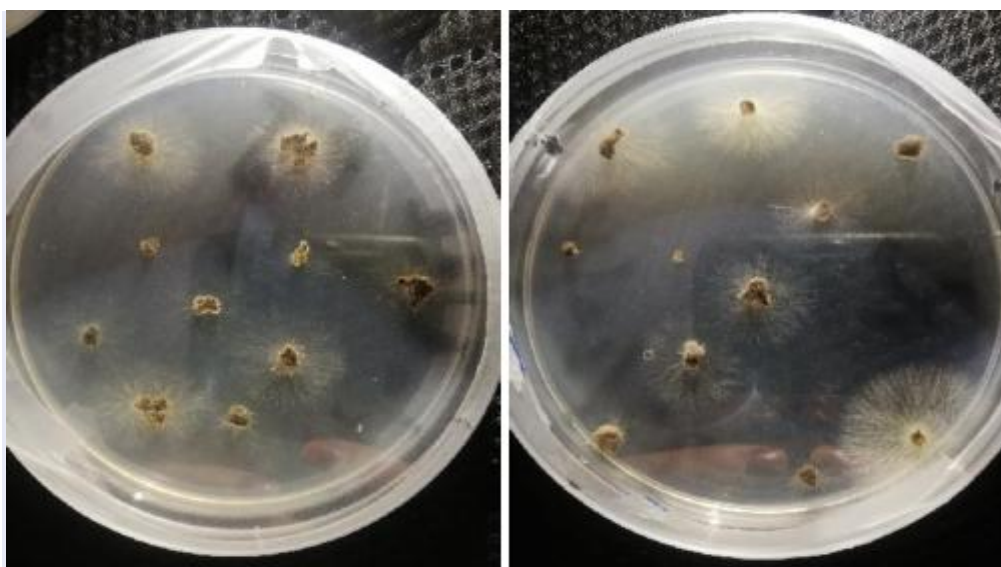


Figure 09 : *Rhizoctonia solani*, isolat IPJ39 (gauche) ; isolat IPR39 (droite), cultures âgées de 03 jours, milieu de culture PDA (Originale, 2022).

II.1.3. Milieux de culture

Pour l'ensemble des essais, trois milieux de cultures sont retenus, le milieu PDA (*Potato Dextrose Agar*), utilisé pour l'évaluation de la viabilité des sclérotés. Pour les essais portant sur la croissance mycélienne et la formation des sclérotés, nous avons opté pour le milieu *Czapek Dox Agar* (CZ) comme milieu de base pour lequel la source du carbone est modifiée. Selon Rappilly (1968), la composition des trois milieux est la suivante :

II.1.3.1. Le milieu *Potato Dextrose Agar* (PDA)

a. Composition

La composition du milieu PDA est rapportée dans le tableau 06.

Tableau 06 : Composition du milieu *Potato Dextrose Agar* (PDA)

Ingrédient	Quantité	Ingrédient	Quantité
Pomme de terre	200g	Agar agar	15g
Glucose	15g	Eau q.s.p.	1000ml

b. Préparation

Peler, laver, couper en tranche la pomme de terre. Cuire 15 à 20 minutes dans 200ml d'eau, filtrer sur mousseline et presser. Ajouter le glucose au filtrat, compléter le volume à 1000ml, ajouter l'agar agar, la bien dissoudre en agitant. Autoclaver pendant 30 minutes à 121° C.

II.1.3.2. Le milieu *Czapek Dox Agar* (CZ)

a. Composition

La composition de base du milieu *Czapek Dox Agar* (CZ) est répertoriée dans le tableau 07

Tableau 07 : Composition du milieu *Czapek Dox Agar* (CZ)

Ingrédient	Quantité	Ingrédient	Quantité
NaNO ₃	2g	FeSO ₄	0.01g
K ₂ HPO ₄	1g	Saccharose*	30g
MgSO ₄	0.5g	Agar agar	15g
KCl	0.5g	Eau q.s.p.	1000ml

* la source de carbone dans composition de base du milieu *Czapek* est le saccharose à raison de 30g/L. A fin d'étudier l'effet de la source du carbone sur la croissance et le développement

de nos isolats, nous avons préparé ce même milieu en modifiant sa source de carbone où le saccharose est remplacé par de l'amidon à raison de 15g/L.

b. Préparation

Dans un volume d'eau distillée faire dissoudre séparément les substances minérales, une fois dissoutes mélanger l'ensemble des solutions. Ajouter le saccharose pour le milieu dont la source du carbone est le saccharose ou de l'amidon pour celui dont la source du carbone est l'amidon. Chauffer toute en en agitant, ajouter l'agar agar, agiter pour la bien dissoudre, compléter le volume à 1000ml. Autoclaver pendant 30 minutes à 121° C.

NB : Au terme de la préparation et en vu d'étudier l'effet du pH sur la croissance et le développement du pathogène, chacun des deux milieux est scindé en deux parties, une partie de chacun est ajustée à un pH de 5,5 alors que les deux autres partie sont ajustées à un point de pH de 6,5.

II.2. Méthodologie

II.2.1. Conduite des essais

Les essais consistent à suivre la croissance et le développement de deux isolats de *R. solani*, agent causal du rhizoctone brun de la pomme de terre, sous l'effet de la source du carbone et le pH du milieu de culture Czapek Dox Agar (CZ).

II.2.2. Protocol expérimental

Afin d'étudier l'effet de la source du carbone dans le milieu et le pH sur la croissance mycélienne et la formation de sclérotés des deux isolats de *R. solani*, 08 lots expérimentaux (tableau 08) ont été constitués sur la base des critères suivants :

- ✓ Deux isolats de *R. solani*, un isolat de la variété Spunta et un autre de la variété Désirée. Les deux isolats sont respectivement appelés IPJ39 et IPR39.
- ✓ Deux sources de carbone, une sous forme de saccharose et l'autre sous forme d'amidon
- ✓ Deux points de pH combinés à chacune des deux sources de carbone à savoir un pH à 5,5 et un deuxième à 6,5.

Cependant, la combinaison de 02 isolats x 02 sources de carbone x 02 pH fait ressortir 08 lots expérimentaux. En guise de répétition de traitement, chaque lot expérimental est constitué de trois boîtes de Pétri.

Tableau 08 : Identification des lots expérimentaux

Source de carbone	Saccharose				Amidon			
	5,5		6,5		5,5		6,5	
Isolat	IPJ39	IPR39	IPJ39	IPR39	IPJ39	IPR39	IPJ39	IPR39

II.2.3. Isolement de l'agent pathogène

L'isolement du *R. solani* est réalisé à partir des tubercules portant à leur surface des sclérotés du champignon (figure 08). Avant isolement, les tubercules appartenant aux deux variétés, pris séparément, sont bien lavés à l'eau courante pour débarrasser la terre qui y adhère. Une fois bien propres, ils sont lavés de nouveau à l'eau stérile, essuyés à l'éthanol pour une désinfection de surface. Les tubercules sont ensuite bien rincés une autre fois à l'eau stérile. A l'aide du papier buvard, les tubercules sont enfin séchés.

A l'aide d'un scalpel préalablement stérilisé, les sclérotés sont délogés de la surface des tubercules de chacune des variétés (figure 10 ; gauche). A la fin de leur récupération, les sclérotés sont directement mis dans des bains d'hypochlorite de sodium à 02% pendant 02minutes en vue de leur désinfection.



Figure 10 : Récupération (gauche) et désinfection (droite) des sclérotés, (Originale, 2022).

Les bains d'hypochlorite de sodium sont intercalés par des bains de rinçage d'eau distillée stérile et ce pendant 05minutes par bain (figure 10 ; droite). A la fin de la désinfection, les sclérotés sont alors séchés sur papier whatman stérile.

II.2.4. Viabilité des sclérotés

Suite à la récupération des sclérotés des deux isolats de l'agent pathogène, leur viabilité est évaluée en les mettant en culture sur milieu PDA après leur désinfection. A cet effet, 30 sclérotés par variété de pomme de terre ou par isolat sont mis en culture dans des boîtes de Pétri de 90mm de diamètre, coulées préalablement de 10ml du milieu PDA, à raison de 10 sclérotés par boîte (figure 11). Les boîtes sont alors incubées à 20° C.

72heures après, les sclérotés germés, c'est-à-dire ceux qui émettent des hyphes (figure 09) sont comptés et le pourcentage de viabilité est alors calculé en se rapportant au nombre de sclérotés mise en culture. Notons que les cultures en boîte sont conservées et utilisées comme cultures stocks pour les essais ultérieures.



Figure 11 : Mise en culture des sclérotés (Originale, 2022)

II.2.5. Croissance mycélienne

La croissance mycélienne des isolats IPJ39 et IPR39 est évaluée suivant la source du carbone dans le milieu de culture ainsi que pH de ce dernier. A cet effet, des disques mycéliens de 8mm de diamètre chacun, pris aseptiquement à l'aide d'un emporte-pièce de la périphérie croissante de la culture de chacun des isolats, sont déposés au centre des boîtes de Pétri, préalablement coulées séparément avec 10ml de milieu. La mise en culture des

champignons est effectuée sur des milieux qui diffèrent par leurs sources de carbone d'une part et de leur pH d'autre part.

La croissance mycélienne dans l'ensemble des boîtes est alors évaluée tous les trois jours en mesurant au moins deux diamètres perpendiculaires de la colonie (figure 12) et ce jusqu'à ce que les cultures fongiques atteignent les bords de boîte de Pétri (Tegegne & *al.*, 2008).



Figure 12 : Evaluation de la croissance mycélienne (Originale, 2022).

II.2.6. Formation des sclérotés

Courant les mesures de la croissance mycélienne, les boîtes de Pétri sont minutieusement auscultées une à une afin de relever ou de détecter l'apparition des sclérotés. Une fois apparus, le nombre de jours comptant de la mise en culture jusqu'à l'apparition des sclérotés est noté.

II.2.7. Traitement statistique

II.2.7.1. Analyse de variance et comparaison des moyennes

Les résultats issus de l'ensemble des tests ont subi des traitements statistiques en utilisant le logiciel Statbox 6.4, (*Optima*®, Floirac, France.). Les effets des différents traitements et de leurs interactions ainsi que les données relatives aux différentes variables mesurées ont fait l'objet d'une analyse de variance (*ANOVA*). Si nécessaire, le test de

Newman et Keuls au seuil de 5% est appliqué pour la comparaison des moyennes des différents traitements (Vessereau, 1992).

II.2.7.2. Dispositifs statistiques

Suivant l'essai et la variable mesurée, différents dispositifs statistiques sont adoptés.

- ✓ Un dispositif à un seul critère de classification, à savoir le facteur Isolat (factoriel en randomisation totale avec répétition) a été adopté pour l'analyse de variance relative à la variable viabilité des sclérotés (tableau 09) ;
- ✓ Un dispositif à quatre critères de classification à savoir les facteurs Isolat, Source de carbone, point de pH et Temps (factoriel en randomisation totale avec répétition) a été adopté pour l'analyse de variance relative à la variable croissance mycélienne (tableau 10) ;
- ✓ Un dispositif à trois critères de classification *i.e.* les facteurs Isolat, Milieu de culture et Température d'incubation (factoriel en randomisation totale avec répétition) a été adopté pour l'analyse de variance relative à la variable Formation des sclérotés (tableau 11).

Tableau 09 : Dispositif statistique relatif à la variable Viabilité des sclérotés.

Facteur 1 (F1)	
Isolat	
Md1	Md2
<i>IPJ39</i>	<i>IPR39</i>

Md : Modalité.

Tableau 10 : Dispositif statistique relatif à la variable Croissance mycélienne.

Facteur 1 (F1)		Facteur 2 (F2)		Facteur 3 (F3)		Facteur 4 (F4)					
Isolat		Source de carbone		Point de pH		Temps					
Md1	Md2	Md1	Md2	Nv1	Nv2	Nv1	Nv2	Nv3	Nv4	Nv5	Nv6
<i>IPJ39</i>	<i>IPR39</i>	<i>Saccharose</i>	<i>Amidon</i>	5,5	6,5	0	3	6	9	12	15

Md : Modalité ; Nv : Niveau.

Tableau 11 : Dispositif statistique relatif à la variable Formation des sclérotés.

Facteur 1 (F1)		Facteur 2 (F2)		Facteur 3 (F3)	
Isolat		Source de carbone		Point de pH	
Md1	Md2	Md1	Md2	Nv1	Nv2
<i>IPJ39</i>	<i>IPR39</i>	<i>Saccharose</i>	<i>Amidon</i>	<i>5,5</i>	<i>6,5</i>

Md : Modalité ; *Nv* : Niveau

Chapitre troisième : Résultats et discussion

III.1. Résultats

III.1.1. Viabilité des sclérotes

La figure 13 illustre les résultats relatifs à l'évaluation de la viabilité des sclérotes des deux isolats étudiés.

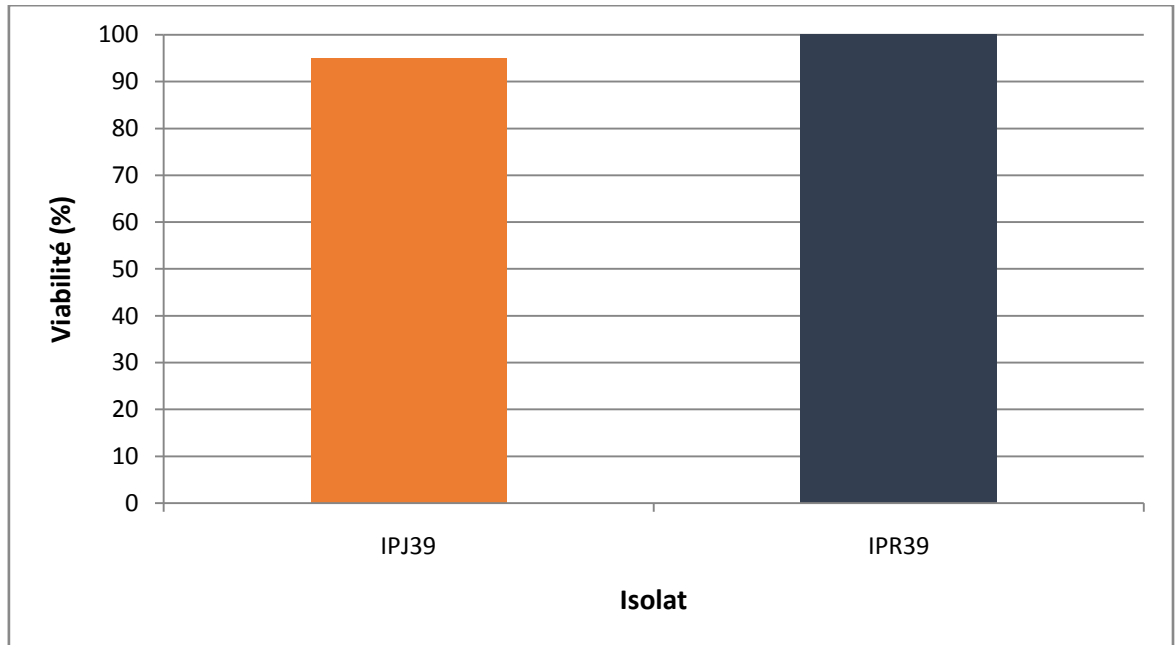


Figure 13 : Viabilité des sclérotes des deux isolats de *R. solani*.

L'évaluation de la viabilité des sclérotes montre que ces derniers restent viables en post-récolte quelque soit la variété de pomme de terre à partir de laquelle sont récupérés. Par ailleurs il est à constater que le nombre de sclérotes viables de l'isolat IPJ39 est légèrement inférieur que celui des sclérotes de l'isolat IPR39. A cet effet, les moyennes enregistrées sont de 95% de sclérotes viables pour l'isolat IPJ39 contre 100% pour l'isolat IPR39. Néanmoins cette différence numérique dans la viabilité des sclérotes reste statistiquement insignifiante (Probabilité $P > 0,05$).

III.1.2. Croissance mycélienne

La croissance mycélienne des deux isolats étudiés, à savoir IPR39 et IPJ39, a été suivie séparément pendant deux semaines sur deux milieux de culture Czapek qui diffèrent par leur source de carbone et leur pH. Les résultats du suivi de cette croissance sont rapportés dans les figures 14 et 15.

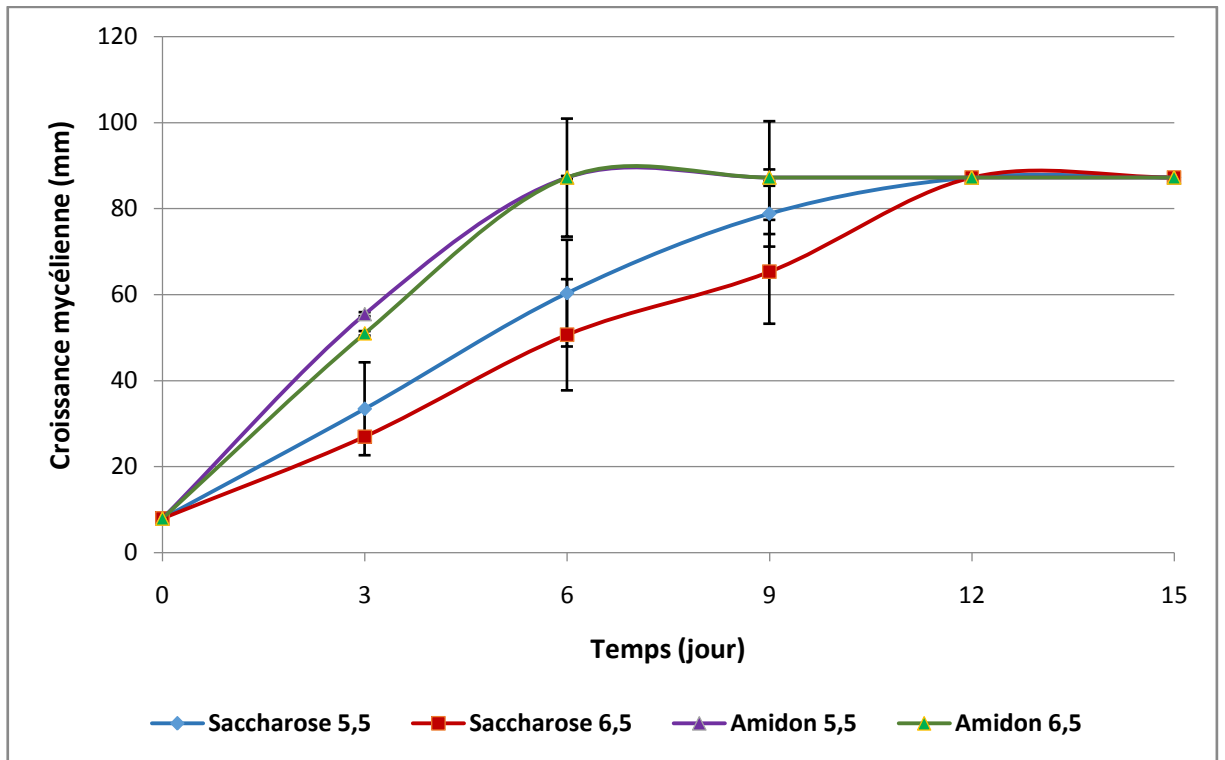


Figure 14 : Effet de la source du carbone et du pH sur la croissance mycélienne de *R. solani*, isolat IPJ39.

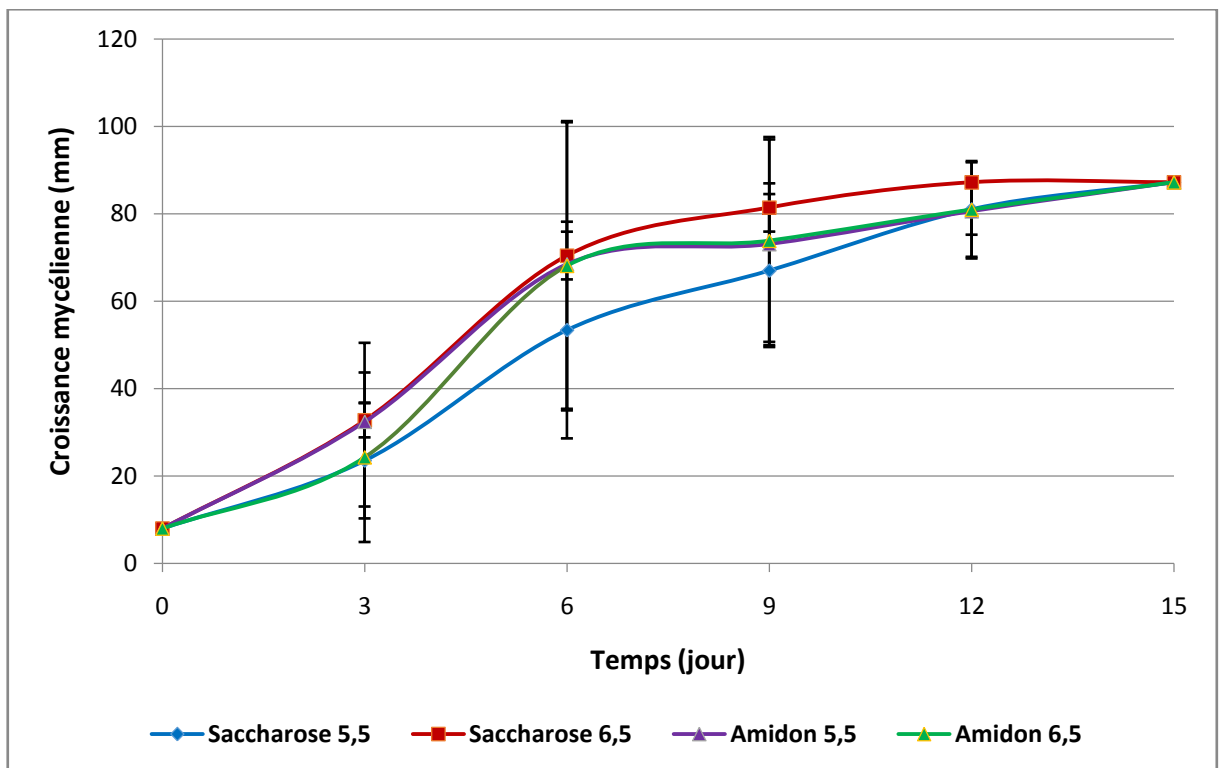


Figure 15 : Effet de la source du carbone et du pH sur la croissance mycélienne de *R. solani*, isolat IPR39.

L'analyse des résultats relatifs à l'étude de l'effet de la source du carbone et du pH sur la croissance mycélienne des isolats étudiés laisse apparaître un effet hautement significatif de la source du carbone ($P < 0,01$). Cependant, l'isolat IPJ39 trouve sa croissance plus soutenue sur un milieu dont la source du carbone est sous forme d'amidon que si cette source est sous forme de saccharose et ce quelque soit le pH.

S'agissant de l'isolat IPR39, il paraît que sa croissance est également mieux sur un milieu contenant de l'amidon que celui au saccharose excepté le cas où le saccharose est dans un milieu à pH 6,5. Les moyennes de la croissance mycélienne enregistrées suivant la source du carbone sont de l'ordre de 56,5mm dans le cas du saccharose contre 63,0mm dans le cas d'un milieu à l'amidon. Le test de Newman-Keuls au seuil de 5% permet de distinguer deux groupes homogènes différents.

La comparaison de la croissance des deux isolats suivant le pH montre que ce dernier ne l'influe pas significativement ($P > 0,05$). A cet égard, les deux isolats pris séparément présentent une croissance presque similaire lorsqu'il s'agit de la même source du carbone mise à deux points de pH différents. Dans ce sens la différence entre les moyennes de la croissance issues de l'effet du pH est statistiquement insignifiante. Tout isolats confondus, la moyenne de la croissance à pH 5,5, est de 60,02mm alors qu'à pH 6,5 elle est de 59,48mm.

La superposition des courbes de croissance des deux isolats révèle qu'elles suivent presque la même trajectoire avec une croissance un peu meilleure dans le cas de l'isolat IPJ39 qui enregistre une moyenne de 62,03mm que l'IPR39 où sa moyenne de croissance est de 57,46. Le traitement statistique des résultats qui, découle de l'effet du facteur isolat montre un effet significatif de ce facteur ($P < 0,05$).

III.1.3. Formation des sclérotés

En cours de l'évaluation de la croissance mycélienne des deux isolats, le temps écoulé entre la mise en culture et l'apparition des premiers sclérotés (figure 16) est noté pour chaque lot expérimental. Dans ce sens, les résultats obtenus sont illustrés dans la figure 17.

A priori, le temps nécessaire à la genèse des sclérotés est un peu long lorsque les deux isolats sont cultivés sur un milieu dont la source du carbone est du saccharose et un point de pH de 5,5. Néanmoins les différences du temps découlant des effets de la source du carbone et du pH sont statistiquement non significatives ($P > 0,05$)

En dehors des conditions suscitées, l'isolat IPJ39 consomme légèrement moins de temps que l'isolat IPR39 pour donner naissance à des sclérotés. Notons que la durée la plus

faible nécessaire à la formation des sclérotés est enregistrée chez l'isolat IPJ39 quand il est cultivé sur un milieu à l'amidon et à pH 5,5. En revanche, sur un milieu au saccharose et à un point de pH de 5,5, la durée pour que les sclérotés se forment chez le même isolat est la plus longue.

Par ailleurs, la comparaison des deux isolats du point de vue durée de formation de sclérotés nous laisse constater que les deux isolats se sont globalement comportés de manière plus ou moins similaire. L'analyse statistiques des résultats montre que l'effet du facteur isolat est non significatif ($P > 0,05$).



Figure 16 : Culture de *R. solani* présentant des sclérotés (S), âge 21 jours, milieu Czapek (Originale 2022)

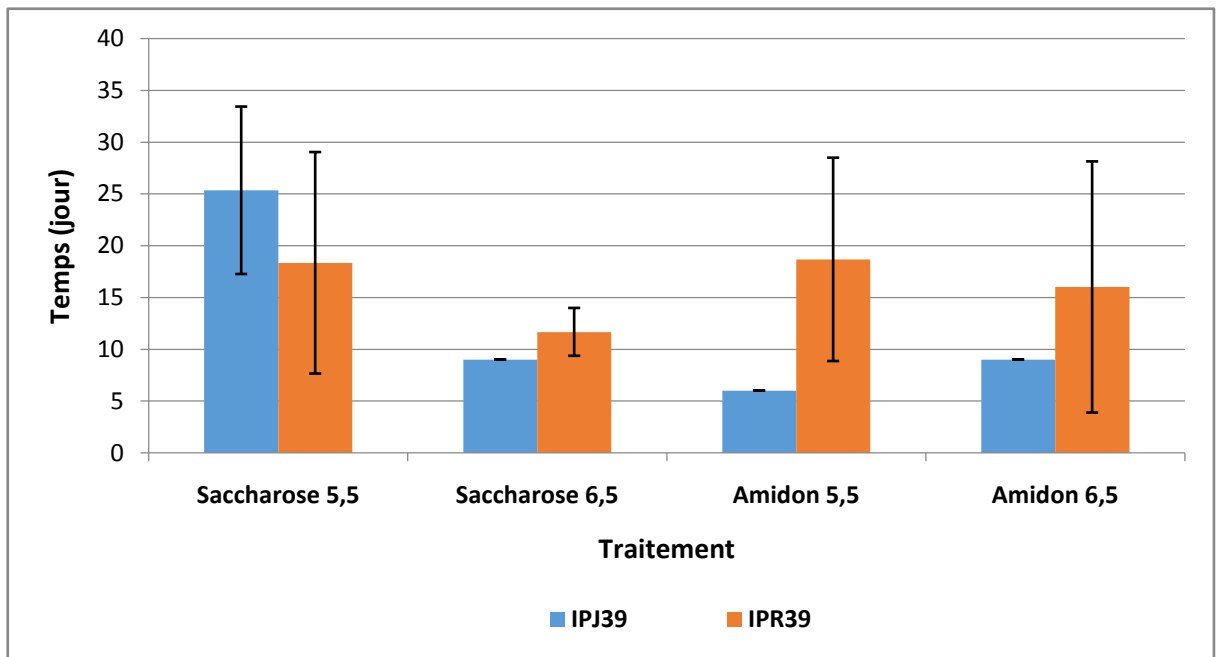


Figure 17 : Effet de la source du carbone et du pH sur la formation de sclérotés des deux isolats de *R. solani*.

III.2. Discussion

Rhizoctonia solani Kühn anamorphe (téléomorphe, *Thanatephorus cucumeris* [(A.B. Frank) Donk] est un champignon tellurique et phytopathogène qui se caractérise surtout par sa large gamme de plantes hôtes à la fois cultivées et sauvages en causant des maladies parfois destructrices des cultures (Gonzalez et al., 2010). De plus, c'est une espèce qui se développe à la fois comme saprophyte sur les débris végétaux en décomposition et dans le sol et comme parasite. Sa conservation est surtout assurée par les sclérotés, ces derniers sont des propagules très résistantes aux conditions défavorables et leur viabilité dans le temps assure alors la propagation et la dissémination des maladies qu'il cause (Demirci et Doken, 1995).

De telles caractéristiques pourraient à notre sens être avancées pour expliquer la viabilité des sclérotés de nos isolats étudiés. Par ailleurs, il ya lieu de signaler que les sclérotés étudiés sont ôtés de tubercules de pomme de terre fraîchement récoltés, ce qui explique davantage leur viabilité. De telles raisons sont corroborées par celles avancées par la majorité des auteurs qui s'accordent sur le fait que les sclérotés comme forme de conservation du champignon sont surtout véhiculés par les tubercules en constituant le principal inoculum dans le cycle de la maladie (Muzhinji et al., 2015).

La croissance et le développement d'une espèce fongique et étroitement liée aux conditions du milieu, trophiques en particulier (Lepoivre, 2003). A cet égard, les deux isolats de *R. solani* se sont montrés, dans les conditions de notre étude, très sensibles à la nature de la source du carbone. Cependant la croissance mycélienne des deux isolats s'est montrée plus meilleure dans le cas où le carbone est fourni par l'amidon que lorsqu'il est tiré de saccharose. Un tel constat peut probablement être imputé à la capacité des deux isolats à hydrolyser aisément l'amidon vu leur adaptation étant donné que l'amidon est un constituant majeur des tubercules de la pomme de terre d'où les champignons ont été isolés.

Attrassi et al. (2007), dans une étude portant sur l'assimilation de divers substrats carbonés chez plusieurs champignons phytopathogènes, rapportent que le glucose, le fructose, le saccharose et l'amidon ont tous permis une croissance mycélienne optimale de l'ensemble des champignons testés. En revanche, Mamoun et Olivier (1991), relatent que les glucides comme source du carbone sont mieux assimilés par le champignon *Tuber melanosporum* Vitt. que lorsqu'il s'agit de glucides sous forme de polymère tel que l'amidon.

S'agissant de la formation des sclérotés, globalement les deux isolats ont montré un comportement presque similaire en matière du temps auquel les sclérotés apparaissent,

toutefois, il est à noter que les deux isolats forment tardivement des sclérotés lorsqu'ils sont cultivés sur un milieu à pH faible et en présence de saccharose comme substrat carboné. Ce comportement est à notre sens en concordance avec les résultats de l'évaluation de la croissance mycélienne dans la mesure où si les conditions trophiques est sont favorables, le champignon opte plutôt pour la croissance que pour la formation de propagules de conservation (Lepoivre 2003). Quand à la similarité du comportement des deux isolats suivant les différentes conditions dans lesquelles sont cultivés, elle ne peut à elle seule éloigner la thèse d'une possible variabilité car selon Ozkilink et al. 2010, la ressemblance phénotypique et culturale ne réfute pas une possible variabilité génétique

Conclusion et perspectives

Le rhizoctone brun de pomme de terre, causé par *Rhizoctonia solani* Kühn est l'une des maladies cryptogamiques qui cause des dégâts considérables se traduisant au champ par des pertes de rendement et en post-récolte durant la conservation en dépréciant la qualité marchande des stocks. Cependant, l'étude du pathosystème *Solanum tuberosum*/*Rhizoctonia solani* et la maîtrise et la lutte contre cette maladie passe inéluctablement par la connaissance et la caractérisation de l'agent causal sur le plan biologique, écologiques et épidémiologique.

La présente contribution qui a visé l'étude du comportement de deux isolats de *R. solani* issus de la région de Oued Souf, région de plus en plus orientée vers la production intensive de la pomme de terre, nous a permis d'une part de mettre encore en lumière l'importance des sclérotés dans la propagation du pathogène et de la maladie via leur viabilité en post-récolte et dans le temps. D'autre part, nous avons pu mettre l'accent sur l'importance du substrat carboné et du pH dans la croissance et le développement de cet agent phytopathogène. D'une manière générale un milieu de culture riche en amidon favorise la croissance et ce pour les deux points de pH testés.

Le champignon forme des sclérotés plus rapidement sur un milieu contenant du saccharose et au point de pH la plus proche à la neutralité. En revanche, la même source de carbone, le saccharose en l'occurrence combiné à un pH plus acide semble retarder la genèse des sclérotés. Concernant la comparaison des deux isolats sur le plan croissance et développement, il nous paraît qu'ils se sont globalement comportés plus ou moins identiquement. Toutefois, un tel comportement n'exclut pas la possibilité de la présence d'une variabilité, d'où l'utilité de pousser l'étude sur un plan génétique. Par ailleurs, il serait très utile d'étudier l'effet de d'autres facteurs trophiques tel que la source d'azote ainsi que d'autres sources de carbone.

Références Bibliographiques

- Attrassi K., Benkirane R., Attarassi B., Badoc A. & Douira A. 2007. Effet de la source decarbone et d'azote sur la croissance et la sporulation de moisissures des pommes en conservation. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 146, 211-224.
- Bedin P. 1994. Pomme de terre. Bien connaître les principaux ravageurs et maladies. *Perspectives Agricoles N°189, ITPT et ITCF* : pp 36-39.
- Bedin P. 1996. Les ennemis; le rhizoctone brun de la pomme de terre. *in*. La pomme de terre, production, amélioration, ennemis et maladies et utilisation (Rousselle P., Robert Y. et Crosnier J.C., ed.): pp 291-295. *INRA Editions Paris*
- Camporota P. 1986. Obtention de la forme sexuée de *Rhizoctonia solani* Kühn : *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk .*agronomie, EDP Science* , ,6 (3):305-307.
- Chtibi E. 2008. Année internationale de la pomme de terre.
- Clement J-M. (1981) -Larousse agricole. Librairie Larousse, Paris, France.
- Demirci E. & Doken M.T. 1995. Anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* Kuhn and binucleate *Rhizoctonia* isolates from various crops in Turkiye. *Journal of Turkish Phytopatholog* . 57-62.
- Fauconnier M.L., Rojas-beltran J., Delcarte J., Dejaeghere F., Marlier M. et Du jardin P. 2002. Lipoxygenase pathway and membrane permeability and composition during storage of potato tuber (*Solanum tuberosum*L. cv Bintje and Désirée) in different conditions. *Plant Biol*. 4: pp 77-85.
- Gaucher D. 1997. Pomme de terre. Gros plan sur quelques maladies de tubercules. *Perspectives Agricoles N°220, ITPT et ITCF* : pp 67-74.
- Gonzalez M., Pujol M., Metraux J-P., Gonzalez-Garcia V., Bolton M. D., Borrás-Hidalgo O. 2011. Tobacco leaf spot and root rot caused by *Rhizoctonia solani* Kühn. *Molecular Plant Pathology*, Vol.: 12, Iss.:3, 209-216.
- Goujon M. 1967. Etude de la synergie parasitaire *Rhizoctonia solani* khun - *Fusarium solani* Snyder et Hansen chez la tomate. *Cah. ORSTOM, série Biologie*, N° 4, 43-51.
- Gravouelle J.M. 1997. Pomme de terre à "chair ferme". Les facteurs qui conditionnent la qualité. *Perspectives Agricoles N°221, ITPT et ITCF* : pp 91-97.

- Gravouelle J.M. 1996. Utilisations et débouchés; utilisation pour l'alimentation humaine. *in*. La pomme de terre, production, amélioration, ennemis et maladies et utilisation (Rousselle P., Robert Y. et Crosnier J.C., ed.) : pp 451-493. *INRA Editions Paris*
- Grosch R., Faltin F., Lottmann J., Kofoet A. et Berg G. 2004. Biological control of *Rhizoctonia solani* with bacterial antagonists in organic farming *International Workshop: Development of biocontrol agents of diseases for commercial applications in food production systems SEVILLA-SPAIN 24-27 MARCH 2004*
- INRA/GEVES. 1994. Bulletin des Variétés. *Institut National de Recherche Agronomique (INRA) / Groupe d'Étude et de Contrôle des Variétés et des Semences, (GEVES), Paris, France 211p.*
- Johnk S.J. et Jones R.K. 1992. Determination of whole fatty acids in isolates of *Rhizoctonia solani* AG-11A. *Phytopathology. Vol. 82, N°1: pp 68-72. The American Phytopathological Society*
- Lepoivre P. 2003. *Phytopathologie*. Edition De Boeck. Louvain-la-Neuve (Belgique), 428p.
- Mamoun M., & Olivier J-M. 1991. Influence du substrat carboné et de la forme d'azote minéral sur la croissance de *Tuber melanosporum* (Vitt) en culture pure. Application à la production de biomasse mycélienne. Application à la production de biomasse mycélienne. *Agronomie, EDP Sciences, 1991, 11 (6), pp.521-527.*
- Muzhinji N., Truter M.W oodhall J.W.& Van Der Waals J. E. 2015. Anastomosis groups and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* and binucleate *Rhizoctonia* from potato in South Africa .*Plant Dis. 99:1790-1802.*
- Parmeter J. R. Jr., Whitney H. S., Platt W. D., 1967. Affinities of some *Rhizoctonia* species that resemble mycelium of *Thanatephorus cucumeris*. *Phytopathology, 57 (2), 218-223.*
- Polise J.M. 2006. *La culture des pommes de terre*. Ed. Artémis, Paris. 95 pes
- Rapilly F. 1968. *Les techniques de mycologie en pathologie végétale. INRA, France.*
- Rossignol L. et Rousselle-Bourgeois F. 1996. La plante ; Botanique, morphologie et taxonomie. *in*. La pomme de terre, production, amélioration, ennemis et maladies et utilisation (Rousselle P., Robert Y. et Crosnier J.C., ed.) : pp 49-68. *INRA Editions Paris.*
- Rossignol L. et Rousselle-Bourgeois F. 1996. La plante ; Botanique, morphologie et taxonomie. *in*. La pomme de terre, production, amélioration, ennemis et maladies et utilisation (Rousselle P., Robert Y. et Crosnier J.C., ed.) : pp 49-68. *INRA Editions Paris.*

- Rousselle P., Robert Y. et Crosnier J.C., ed. 1996. La pomme de terre, production, amélioration, ennemis et maladies, utilisation. *INRA Editions. Paris* 607p.
- Sneh B. Burpee L. & Ogoshi A. 1996. Identification of *Rhizoctonia* species American phytopathological society, Saint Paul. 133pp.
- Soltner D. 1998. Les grandes productions végétales. Céréales, Plantes sarclées et Prairies. *Collection Sciences et Techniques Agricoles : pp 239-274*
- Starosings G. 1997. La pomme de terre. Cultures maraichères spéciales, Polycopié. INAPG, Paris, France.
- Tegege G., Pretorius J.C.& Swart W.j. 2008. Antifungal properties of *Agapanthus africanus* L. extracts against plant pathogens. *Grop protection*27:1052-1060.
- Treholer F. et Jouan B. 2001. Des méthodes de lutte contre le rhizoctone de la pomme de terre en agriculture biologiques. *Alter Agri. 13 N° 49 : pp 11-15. INRA. Paris*
- Van Kempen P., LE Corre P. et Bedin P. 1996. La culture; phytotechnie. *in. La pomme de terre, production, amélioration, ennemis et maladies et utilisation (ROUSSELLE P., Robert Y. et Crosnier J.C., ed.) : pp 363-412. INRA Editions Paris*
- Vessereau A. 1992. Méthodes statistiques en biologie et en agronomie. 540p.
- Zaccardelli M. Lahoz E. Delgardo A. Carella A. et Porrone F. 2003. Antagonism of *bacillus* spp. against *Rhizoctonia solani* and *fusarium sambucinum* on potato. *Journal of Plant Pathology, 85, 4 (Special issue): pp 299-307.*

Annexes

Annexe I

Analyse de variance de la variable Croissance Mycélienne.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	C.V.
Variation Totale	144400,1	143	1009,791			
F1 : Source du Carbone	1524,125	1	1524,125	11,218	0,00131	
F2 : pH	10,547	1	10,547	0,078	0,77784	
F 3 : Isolat	751,359	1	751,359	5,53	0,01972	
F4 : Temps	120467,3	5	24093,46	177,338	0	
VAR.INTER F1*2	7	1	7	0,052	0,81588	
VAR.INTER F1*3	1337,406	1	1337,406	9,844	0,00241	
VAR.INTER F1*4	2653,93	5	530,786	3,907	0,00299	
VAR.INTER F2*3	529,594	1	529,594	3,898	0,0485	
VAR.INTER F2*4	67,039	5	13,408	0,099	0,99	
VAR.INTER F3*4	779,273	5	155,855	1,147	0,34094	
VAR.INTER F1*2*3	597,453	1	597,453	4,397	0,03652	
VAR.INTER F1*2*4	117,508	5	23,502	0,173	0,96999	
VAR.INTER F1*3*4	1376,117	5	275,223	2,026	0,08102	
VAR.INTER F2*3*4	568,969	5	113,794	0,838	0,52793	
VAR.INT.F1*2*3*4	569,734	5	113,947	0,839	0,52716	
Variation Résiduelle	13042,77	96	135,862			0,1950

Comparaison des moyennes de la variable Croissance Mycélienne. (Facteurs 1*2*3)

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
Amidon pH 5,5 IPJ39	68,711	A	
Amidon pH 6,5 IPJ39	67,967	A	
Saccharose pH 6,5 PR	61,167	A	B
Saccharose pH 5,5 IPJ39	59,742	A	B
Amidon pH 5,5 PR	58,286	A	B
Amidon pH 6,5 PR	57,064		B
Saccharose pH 5,5 PR	53,359		B
Saccharose pH 6,5 IPJ39	51,732		B

Annexe II

Analyse de variance de la variable Formation des Sclérotés.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	C.V.
Variation Totale	1732,5	23	75,326			
F1 : Source du Carbone	80,667	1	80,667	1,507	0,236	
F2 : pH	192,667	1	192,667	3,598	0,07316	
F 3 : Isolat	88,167	1	88,167	1,647	0,21572	
VAR.INTER F1*2	204,167	1	204,167	3,813	0,06587	
VAR.INTER F1*3	216	1	216	4,034	0,05925	
VAR.INTER F2*3	6	1	6	0,112	0,74059	
VAR.INTER F1*2*3	88,167	1	88,167	1,647	0,21572	
Variation Résiduelle	856,667	16	53,542			0,5134