



Caractérisation pathogénique de *Sclerotium rolfsii* Saccardo (Corticaceae) sur 3 variétés de tomates et effet du milieu de culture sur le potentiel infectieux du champignon

Mohamed DOUMBOUYA¹, Daouda KONÉ^{2*}, Lassina FONDIO³, SibirinaSORO¹,
Yatty Justin KOUADIO¹ et Daouda AÏDARA¹

¹Université d'Abobo Adjamé, UFR des Sciences de la Nature, Laboratoire de Biologie et Amélioration des Productions Végétales, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

²Université de Cocody-Abidjan, UFR Biosciences, Laboratoire de Physiologie Végétale, 22 BP 582 Abidjan 22, Abidjan 02, Côte d'Ivoire

³Centre Nationale de Recherche Agronomique (CNRA)/Programme Cultures Maraîchères et Protéagineuses, 01 BP 1740 Abidjan 01, Côte d'Ivoire.

* Corresponding author, E-mail: daoukone@yahoo.fr

RESUME

La tomate constitue un légume de grande consommation en Côte d'Ivoire. Mais, sa productivité est fortement limitée par *Sclerotium rolfsii* l'un des parasites telluriques fongiques les plus contraignants à la culture des solanacées à travers le pays. La présente étude a évalué la croissance mycélienne et la production de sclérotés sur différents milieux de culture, d'une part et d'autre part, la sensibilité de trois variétés de tomate à ce champignon en conditions d'inoculations contrôlées. La croissance mycélienne de *Sclerotium rolfsii* et la production de sclérotés ont été appréciées sur cinq milieux Carotte, PDA, PDA+Sol, Tige de tomate et Petits pois dans trois conditions d'incubation : Obscurité continue, Luminosité continue et Photopériode 12 h. Les milieux PDA+Sol, Tige de tomate, Carotte et Petits pois ont favorisé la formation de sclérotés matures en moins de 10 jours. Par contre, sur le milieu PDA, les sclérotés ne sont produits qu'au bout de 2 semaines. Les milieux PDA et PDA+Sol offrent des sclérotés de poids moyens élevés avec des valeurs respectives de 2,1 mg et de 2,4 mg. Les poids moyens les plus élevés pour les autres substrats sont obtenus en obscurité continue avec 0,4 mg, 0,9 mg, 0,6 mg respectivement pour les milieux Tige de tomate, Carotte et Petits pois. La sensibilité des variétés de tomate Caraïbo, Tropimech et Mongal a été étudiée en serre sur des plantules de 10 jours, 15 jours, 20 jours et 25 jours de pépinière avec des quantités de 10, 20, 30 et 40 sclérotés de *Sclerotium rolfsii*. Les plants de 20 et 25 jours, de la variété Tropimech sont fortement sensibles. Cette sensibilité, pour les variétés Caraïbo et Mongal est moindre avec les plantules de 10 et 15 jours de pépinière. La pression du parasite est fonction de la quantité de sclérotés. L'inoculation de 40 sclérotés induit pour la variété Tropimech, une réduction de plus de 80% du poids racinaire et de moins de 50% chez la variété Mongal qui s'est montrée la plus tolérante. *Sclerotium rolfsii* réduit également le diamètre des tiges, la hauteur et le nombre de feuilles fonctionnelles de plants. L'inoculation de plantules de 25 jours de pépinière de la variété Tropimech avec 40 sclérotés issus des différents substrats, en photopériode de 12 h, a permis d'évaluer leur pathogénicité. Les sclérotés récoltés sur des substrats sans glucose présentent une virulence relativement marquée.

© 2010 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : *Sclerotium rolfsii*, sclérotés, pathogénicité, tomate, sensibilité

INTRODUCTION

Originaire des Andes, en Amérique du Sud, la tomate (*Solanum lycopersicum* L.) appartient à la famille des Solanaceae. Elle aurait été domestiquée et cultivée pour la consommation au Mexique (Robert, 1979). La tomate représente aujourd'hui l'une des cultures maraichères les plus rentables. En Côte d'Ivoire, la culture de la tomate est pratiquée dans de nombreuses zones (Songon Agban, Toumodi, Yamoussokro, Sinfra, Daloa, Korhogo). Elle apporte aux producteurs un revenu substantiel qui leur permet de subvenir à quelques besoins vitaux, malgré les faibles productions essentiellement dues à des contraintes biotiques. En effet, ces parasites sont responsables de diverses maladies sur les feuilles, les tiges, les racines, les fleurs et les fruits.

En Côte d'Ivoire, la tomate subit de nombreuses contraintes fongiques en rapport avec le potentiel infectieux des sols (Soro et al., 2008). Les pertes moyennes estimées par l'action des micro-organismes nuisibles sur les racines représentent environ 15% de la production agricole. Parmi ces maladies, la pourriture blanche causée par le champignon *Sclerotium rolfsii* Saccardo (Corticaceae) est généralement rencontrée dans les régions tropicales et subtropicales (Punja, 1985). Anamorphe (forme stérile) de *Corticium rolfsii*, il appartient à la classe des basidiomycètes (Maurin et al., 1996). Ses fructifications constituées de sclérotés sont généralement de forme globulaire ou irrégulière (Barnett et al., 1972). Elles sont de couleur beige à brun clair, bien structurées en écorce et moelle (Blancard, 1988). Les attaques de ce champignon peuvent se manifester par la mortalité des jeunes plants et des plants en fructification, le brunissement et la pourriture de la racine et une pourriture brune recouverte de mycélium blanchâtre sur la tige de la plante, à partir du collet (Bijlmakers, 1995). Les attaques sont aussi fréquentes sur certaines plantes ornementales et le mycélium se recouvre plus tard d'abondants sclérotés de la forme de grains de mil (Edmunds et al., 2000). Cette maladie

apparaît généralement en fin de nouaison et est responsable de la baisse de rendement. En Côte d'Ivoire, *Sclerotium rolfsii* a été rencontré sur plusieurs cultures comme l'arachide, le poivron, l'aubergine lors de nos observations dans certaines zones de productions. La gravité des attaques est déterminée par le nombre, l'aptitude à germer des sclérotés se conservant dans le sol, et la vigueur de la croissance mycélienne en surface (Blancard, 1988).

La lutte contre *Sclerotium rolfsii* est difficile à cause du mode de conservation du champignon dans le sol sous forme de sclérotés. Compte tenu aussi de la manifestation tardive des attaques, il est difficile de prévoir les traitements. Les méthodes de désinfection des sols par fumigation et la recherche de variétés résistantes pourraient ouvrir des perspectives intéressantes.

En production *in vitro*, des études antérieures ont montré que certains facteurs du milieu, tels que la composition chimique du substrat agiraient sur la formation, le nombre et les caractères des sclérotés. Wheeler et Sharan (1965) ont étudié l'action du glucose, de la thiamine et des éléments minéraux essentiels sur *Corticium rolfsii*.

L'objectif principal de ce travail est d'évaluer la croissance mycélienne, la production de sclérotés et la sensibilité de différentes variétés de tomate à la pression de *Sclerotium* en fonction de l'âge des plants. L'évaluation du comportement des variétés Tropimech, Mongal et Caraïbo permettra de recommander aux producteurs de certaines zones une de ces variétés pour assurer une production durable. Les études porteront également sur la virulence des sclérotés produits sur différents substrats en prélude des études sur les substances biologiques comme les huiles essentielles qui pourraient être utilisées contre *Sclerotium rolfsii*.

MATERIEL ET METHODES

Matériel végétal

Le matériel végétal était constitué de plants de différents âges de pépinière (10, 15,

20 et 25 jours) obtenues à partir de la germination en serre, des semences de trois variétés de tomate : les variétés Mongal, Tropimech et la variété Caraïbo.

Les pépinières de différents âges ont été réalisées dans des bacs stériles, de 50 cm x 30 cm x 10 cm, remplies de terre stérile prélevée dans la zone de production maraîchère de Songon-Agban au sud de la Côte d'Ivoire. La stérilisation a lieu à l'autoclave à 121 °C pendant 30 min. Le repiquage des plants de différents âges de pépinière a été effectué le même jour dans des pots de 500 ml de volume, remplis de terre stérile précédemment utilisée. Le choix a porté sur les pieds les moins étiolés qui ont été plantés jusqu'à environ 2 cm des feuilles cotylédonaires.

L'évaluation de la virulence des sclérotés récoltés sur les différents substrats a été effectuée avec des plants de 25 jours obtenus à partir de la germination des semences de la variété Tropimech.

Matériel fongique

Le matériel fongique était constitué de sclérotés, de troisième génération, de l'espèce *Sclerotium rolfsii*. Il s'agit d'un champignon, à mycélium cloisonné, qui a été isolé par récolte au champ de sclérotés sur un pied de tomate de la variété Caraïbo, dans la zone de production maraîchère de Songon-Agban au sud de la Côte d'Ivoire.

En considérant les sclérotés récoltés au champ comme sclérotés mères, ceux obtenus après ensemencement de ces dernières sur milieu de culture ont été appelés sclérotés de la première génération. Les sclérotés qui sont par la suite produits à partir de ceux de la première génération constitueront la deuxième génération. Les sclérotés de la troisième génération sont ainsi obtenus suite à la germination des précédents. Le milieu de culture utilisé est le PDA (Potato dextrose agar) contenant dans un litre d'eau, 20 g de purée de pomme de terre, 20 g de glucose et 20 g d'agar agar, pH = 5,8. Ces sclérotés de troisième génération ont constitué l'inoculum utilisé.

Méthodes

Production de sclérotés

Pour chaque milieu, 5 boîtes de pétri ont été utilisées. Dans chaque cas, 100 ml de milieu ont été préparés. Chaque boîte de pétri a reçu environ 17 ml de milieu de culture :

- PDA (Potato Dextrose Agar : 2 g d'Agar, 2 g de Purée de Pomme de terre et 2 g de Glucose) ; pH= 5,19

- PDA+Sol stérile : 2/3 de PDA +1/3 de Sol pour un volume de 100 ml. Le sol utilisé était constitué de terre tamisée de Songon-Agban ; pH= 5,33

- Tige de tomate : Jus du broyat de 30 g de tige de tomate de la variété Caraïbo, 2 g d'Agar ; pH= 5,32

- Petits Pois : 30 g de Petits, 2 g d'Agar ; pH= 5,81

- Carotte : 30 g de fine tranche de carotte, 2 g d'Agar ; pH= 5,18

Les milieux ainsi préparés ont été autoclavés pendant 30 min à 121 °C et les pH notés ont été obtenus après autoclavage.

Dans les boîtes de pétri coulées, a été placé un sclérote au centre du milieu de culture. Les boîtes ainsi ensemencées sont placées en différentes conditions d'incubation : Luminosité continue, alternance (Photopériode 12 h) et obscurité continue.

La croissance mycélienne a été estimée pour chaque substrat et condition d'incubation. Des mesures ont été effectuées sur quatre axes correspondant à des diamètres perpendiculaires des différentes colonies. Quatre répétitions ont été réalisées. Deux mesures journalières ont été réalisées à 8 h et à 16 h. Les mesures ont été effectuées jusqu'au remplissage des boîtes par le mycélium.

Dans les conditions thermo hygrométriques de laboratoire (78,5% et 27,55 °C en luminosité continue ; 70,5% et 29,95 °C en photopériode de 12 h ; 75% et 28,75 °C en obscurité continue), les différents substrats ensemencés ont été suivis jusqu'au remplissage et à la formation des sclérotés. La récolte et le comptage des sclérotés a lieu sur 35 jours à compter de la date de remplissage

des boîtes de pétri (4 jours après ensemencement).

Influence du substrat sur la production et le poids des sclérotés

Dans les boîtes de pétri remplies, les sclérotés ont été récoltés à l'aide d'une pince, en comptant leur nombre dans chaque boîte et dans chaque condition d'incubation. Cette opération a été faite tous les 5 jours pendant 1 mois. Le choix portera sur les sclérotés « matures », c'est-à-dire les sclérotés suffisamment bruns. Au terme des récoltes, 20 sclérotés ont été prélevés dans chaque cas et pesés à l'aide d'une balance de précision.

Evaluation *in vivo* de la sensibilité variétale et de la virulence des sclérotés récoltés sur les différents substrats

Phase d'inoculation

L'inoculation a été effectuée sous abris (29 ± 2 °C), 48 heures après transplantation des plantules dans des pots remplis de terre stérile. La sensibilité variétale a été étudiée en plaçant autour du collet de chaque plant de tous les âges de pépinière des 3 variétés, différentes concentrations d'inoculum (10, 20, 30 et 40 sclérotés). L'inoculum est constitué de sclérotés de 3^e génération récoltés sur milieu PDA en photopériode 12 h.

L'évaluation de la virulence, réalisée sous abris sur des plantules de 25 jours de la variété de tomate "Tropimech", s'effectue par l'inoculation de 40 sclérotés récoltés sur chaque substrat en condition photopériodique de 12 h. Les sclérotés ont été par la suite recouverts d'une fine couche de terre stérile. Les plants ainsi inoculés et ceux correspondant aux témoins ont été arrosés à l'aspersion en évitant que le sol soit compact sur les sclérotés.

Paramètres étudiés

La sensibilité variétale a été évaluée à travers des paramètres tels que : la réduction du nombre de feuilles fonctionnelles des plants, la réduction de la croissance en hauteur et du diamètre des plants. Les paramètres que sont la mortalité et la réduction du poids racinaire des plants ont également été

appréciés en plus de la période d'incubation dans l'évaluation de la virulence des sclérotés issus des différents substrats.

Le nombre total de feuilles émises par les plantes et celles qui y sont fonctionnelles ont été comptées toutes les 48 heures. Les mesures ont porté également sur les témoins en vue de déterminer le taux de perte foliaire (TPF). Ce taux est obtenu comme suit :

$$TPF = \frac{NFE - NFF}{NFE} \times 100$$

NFE : Nombre de feuilles émises par une variété donnée à un âge de pépinière donné.

NFF : Nombre de feuilles fonctionnelles sur une variété donnée à un âge de pépinière donné.

Le taux de réduction de la croissance en hauteur (TRH) des plants a été évalué. Les mesures du port végétatif ont lieu chaque 48 heures à l'aide d'un mètre ruban. La mesure commence à partir de la jonction des feuilles cotylédonaire jusqu'au «V» formé entre la dernière feuille fonctionnelle et la précédente. Cette mesure a concerné les plants témoins et inoculés de différents âges de pépinière des trois variétés. Ce taux est obtenu par la formule suivante :

$$TRH = \frac{Ho - H}{Ho} \times 100$$

Ho : Hauteur moyen des témoins d'une variété donnée à un âge de pépinière donné.

H : Hauteur d'un plant d'une variété donnée à un âge de pépinière donné.

Le diamètre des tiges des plantules a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse manuel de marque « Mitutoyo ». Ces mesures ont été effectuées à environ 1 cm du sol des pots. La différence à deux dates de mesure données permet d'apprécier le taux de réduction de la croissance diamétrale des plants (TRD):

$$TRD = \frac{Do - D}{Do} \times 100$$

Do : Croissance moyenne diamétrale des plants témoins, sur une période de 25 jours, d'une variété donnée à un âge de pépinière donné.

D : Croissance moyenne diamétrale des plants, 25 jours après inoculation, d'une variété donnée à un âge de pépinière donné.

L'observation journalière des plants inoculés a permis d'apprécier la période d'expression des premiers symptômes caractéristiques des attaques du pathogène. L'observation des symptômes a été faite à l'oeil nu au niveau des racines superficielles et du collet.

Que se soit pour l'évaluation de la sensibilité variétale ou de virulence des sclérotés de différents substrats, le nombre de plants ayant atteint le stade ultime de dessèchement (mort) est dénombré chaque 5 jours. Le taux de mortalité (TM) a été calculé pour chaque âge des différentes variétés de tomate.

Trente jours après inoculation, l'état des racines a été apprécié à travers les pots. Après avoir abondamment humidifié le sol des pots, les plants sont délicatement arrachés de sorte à conserver au mieux les racines des plants. Ces racines ont été abondamment rincées à l'eau pour les débarrasser de la terre. Les plants ont été ensuite sectionnés à leur collet afin de récupérer le système racinaire dont on déterminera le poids frais à l'aide d'une balance de précision. Le taux de réduction racinaire (TRR) a été alors calculé par la formule suivante :

$$TRR = \frac{Pro - Pr}{Pro} \times 100$$

Pro : Poids racinaire des plants témoins, sur une période de 30 jours, d'une variété donnée à un âge de pépinière donné.

Pr : Poids racinaire des plants, 30 jours après inoculation, d'une variété donnée à un âge de pépinière donné.

Analyse des données

Toutes les expériences en laboratoire ont été répétées trois fois. Les tests d'inoculation en serre ont été répétées deux fois dans un dispositif en bloc complètement randomisé.

Les données obtenues ont fait l'objet d'une analyse de variance (ANOVA). En cas

de différences significatives, les moyennes ont été comparées selon le test de Newman-Keuls au seuil de 5%.

RESULTATS

Sclérotés récoltés sur les différents substrats dans les différentes conditions d'incubation

La production de sclérotés est différente selon les substrats et aussi selon les conditions d'incubation.

En condition photopériodique de 12 heures (Tableau 1), le milieu PDA+ Sol est favorable à la production des sclérotés durant toute la période de récolte. Les différences observées entre les quantités de sclérotés des milieux sont significatives au seuil de 5% (test de Newman-Keuls). La production est toute fois groupée entre le 5^e et le 20^e jour. La production de sclérotés du milieu Petits Pois est également groupée dans cet intervalle de 5 à 20 jours avec comme maximum 39 sclérotés au 5^e jour. L'obtention de sclérotés matures est tardive avec le milieu PDA dont l'essentielle de la récolte est obtenue du 25^e au 35^e jours ; le maximum de cette récolte a lieu au 25^e jour avec environ 25 sclérotés. Avec le milieu Carotte, la production relativement faible, s'étend du 5^e au 35^e jours. Cette production dont la valeur élevée se trouve au 10^e (27 sclérotés), est groupée entre le 5^e et le 25^e jours. La production de sclérotés du milieu Tige de tomate est très faible durant toute la période de récolte. Outre le 5^e jour, où le nombre de sclérotés matures est de 18 sclérotés, la production n'a guère atteint ensuite 10 sclérotés.

En luminosité continue (Tableau 1), la production des sclérotés est un peu tardive sur les milieux Carotte et PDA. Elle débute pour ces deux milieux au 10^e jour et se prolonge au 35^e jour. L'essentielle de la récolte sur le milieu Carotte s'obtient au 10^e (105 sclérotés) et 15^e jour (25 sclérotés). La production du milieu PDA est plus ou moins répartie sur la période de récolte avec néanmoins un maximum de 40 sclérotés au 30^e jour. Sur le milieu Petit pois l'essentielle des sclérotés est produite dans l'intervalle de 5 à 20 jours. Dans cette condition d'incubation, la plus

grande récolte a lieu sur les milieux Petit poids et Carotte au 10^e jour avec des valeurs statistiquement égales de plus de 100 sclérotés (Tableau 1). Le maximum de production sur du milieu Tige de tomate se situe au 5^e jour avec en moyenne 23 sclérotés ; les récoltes demeurent très faibles par la suite.

En obscurité continue (Tableau 1), la récolte, statistiquement égale au 5^{ème} jour pour tous les milieux, est très faible dans son ensemble. La plus grande récolte a lieu au 15^e jour avec le milieu Petit poids (60 sclérotés) dont les récoltes sont groupées entre le 10^e et le 20^e jour ; à la date de 15^e jour, les récoltes des autres milieux sont statistiquement égales et les quantités n'atteignent guère les 10 sclérotés. L'essentielle de la récolte dans le milieu PDA s'effectue du 25^e jour, où se trouve le pic (33 sclérotés), au 35^e jour. Le maximum de production dans les autres substrats ne dépasse pas 15 sclérotés quelque soit le temps ; avec cependant les plus faibles valeurs pour le milieu Tige de tomate.

Poids moyens des sclérotés récoltés sur les différents substrats

Les conditions d'incubation influencent la taille des sclérotés. Quelque soit les conditions d'incubation, les milieux PDA et PDA+Sol produisent généralement des sclérotés de grande taille par rapport aux autres substrats. Les poids les plus élevés dans ces milieux s'obtiennent, en condition photopériodique de 12 heures, avec des valeurs autour de 0,045 gramme.

Les sclérotés récoltés, en luminosité continue sur les substrats Tige de tomate, Petits pois et Carotte ont statistiquement les mêmes tailles ($P < 0,05$). Sur ces milieux, les sclérotés de poids élevés sont obtenus en obscurité continue. Les milieux PDA et PDA+Sol produisent en obscurité continue des sclérotés de taille statistiquement faible à celle des autres conditions d'incubation.

Evaluation *in vivo* de la sensibilité variétale

Dans les conditions thermo hygrométriques de la serre (64,47% et 32,12 °C), l'inoculation de 10 sclérotés, trente jours

après, ne provoque aucune mortalité chez les plants de différents âges des 3 variétés. Il n'y a pas de différence significative entre les mortalités respectivement causées par les différentes concentrations de sclérotés sur les plants de 15 jours des variétés Tropimech, Caraïbo et Mongal ($P > 0,05$). Les concentrations de 20, 30 et 40 sclérotés induisent respectivement des différences significatives de mortalité aux âges 20 et 25 jours des trois variétés ($P < 0,05$). La mortalité n'apparaît avec la variété Mongal qu'aux concentrations de 30 et 40 sclérotés. Ces concentrations offrent des mortalités allant de 15 à 45% des plants de 15 à 25 jours de pépinière de la variété Tropimech. Les plants de 10 jours de pépinière des 3 variétés ne présentent aucune mortalité aux différentes concentrations utilisées (Tableau 2).

Effet du parasite sur les paramètres de croissance

Les résultats des mesures foliaires (Tableau 2) montrent que le parasite agit en induisant le dessèchement des feuilles. Le traitement avec 10 sclérotés montre une différence significative entre les variétés Caraïbo et Tropimech, relativement sensible, d'une part et la variété Mongal d'autre part aux dates de 10 jours ($P = 0,0278$), 15 jours ($P = 0,0329$) et 20 jours ($P = 0,0137$). La variété Mongal présente une moindre sensibilité aux concentrations de 20, 30 et 40 sclérotés contrairement aux variétés Tropimech et Caraïbo. Les plants de 25 jours de ces deux variétés présentent des taux de perte foliaire pouvant atteindre 42% avec 20 sclérotés, 50 % aux concentrations de 30 et 40 sclérotés. A la concentration de 40 sclérotés, les plants de différents âges de la variété Caraïbo offrent une moindre sensibilité par rapport à la variété Tropimech (Tableau 3).

Les résultats du potentiel d'inhibition de croissance diamétrale en fonction de l'âge des plants des 3 variétés traités avec différentes concentrations de sclérotés montrent des variations dans la réponse variétale (Tableau 3). Le traitement avec 10 sclérotés présente une différence significative entre les plants de 15 jours ($P = 0,0305$) et 20 jours ($P = 0,0409$) de

pépinière des 3 variétés. Pour ces deux âges, la variété Tropimech se présente comme la plus sensible à la pression du parasite sur la tige. Dans le cas du traitement avec 20 sclérotés, seuls les plants de 25 jours de pépinière des 3 variétés présentent une différence significative dans leur réponse ($P=0,0428$). La sensibilité va de la Tropimech en passant par la Caraïbo à la variété Mongal. Les valeurs du potentiel d'inhibition des plants de 20 et 25 jours des 3 variétés traitées avec 30 sclérotés et 40 sclérotés présentent respectivement une différence significative ($P<0,05$). Il ressort également de ces deux traitements que la variété Tropimech est la plus sensible.

Les valeurs du potentiel d'inhibition de la croissance en hauteur des plants de différents âges de pépinière des 3 variétés traitées avec 10 sclérotés et 20 sclérotés (Tableau 3), ne montrent aucune différence significative ($P>0,05$). Le traitement avec 30 sclérotés et 40 sclérotés (Tableau 4) permet de noter une différence significative au niveau de la sensibilité des plants de 15 jours de pépinière des variétés avec des valeurs respectives de $P= 0,0128$ et $P=0,0487$. Cette différence significative s'observe également avec les plants de 20 jours de pépinière ($P= 0,0322$ avec 30 sclérotés et $P=0,0231$ avec 40 sclérotés) et ceux de 25 jours ($P= 0,0458$ avec 30 sclérotés et $P=0,0491$ avec 40 sclérotés). La sensibilité de la variété Tropimech est plus marquée aux traitements de 20, 30 et 40 sclérotés (Figure 2).

Les résultats du poids moyen racinaire des plants témoins de différents âges de pépinière des 3 variétés, montrent que la densité racinaire est fonction de l'âge des pépinières (Tableau 4). Les valeurs du poids racinaire des plants issus de pépinière de 10 jours ($P=0,0029$), de 15 jours ($P=0,0027$) et 20 jours ($P=0,0234$) présentent une différence significative. Aucune différence n'est observée avec les plants de 25 jours de pépinière des 3 variétés ($P=0,154$). Les plants de 10 jours de pépinière des variétés Tropimech et Mongal ont des poids racinaires moyens relativement semblable et supérieur à ceux de la variété Caraïbo. Avec les plants

provenant de pépinière de 15 jours, la variété Mongal présente un système racinaire plus dense que ceux des variétés Tropimech et Caraïbo qui ne présentent aucune différence significative. Les racines des plants de 20 jours de pépinière de la variété Tropimech sont moins abondantes par rapport à celles des variétés Caraïbo et Mongal.

Le champignon a un impact plus marqué sur le système racinaire de la variété Tropimech que sur celui de la variété Mongal, moins sensible aux attaques (Tableau 4).

Evaluation *in vivo* de la virulence des sclérotés récoltés sur les différents substrats

Des plants de 25 jours de pépinière de la variété Tropimech sont inoculés avec 40 sclérotés issus de différents substrats. Cinq jours après inoculation, les sclérotés de ces différents substrats ne manifestent pas d'effets (Tableau 5). Dix jours après, on note une différence significative ($P=0,0286$) dans l'expression de la virulence de ces sclérotés. Les sclérotés récoltés sur le substrat Tige de Tomate semblent avoir un potentiel germinatif plus élevé que ceux des autres. Cela se traduit par une meilleure expression des symptômes d'attaque ; ainsi, 15 jours après l'inoculation, 80% des plants inoculés avec ces sclérotés présentent des symptômes d'attaques. Seuls les sclérotés issus des milieux Tige de Tomate, PDA+Sol et Carotte expriment leur effet pathogène dans les 10 jours qui suivent l'inoculation. Les sclérotés des substrats PDA et Petit Poids ont une période d'incubation plus longue d'environ 15 jours. A cette date, seulement 15% des plants inoculés avec des sclérotés de PDA manifestent une sensibilité ; tandis que les sclérotés prélevés sur Petit Poids agissent sur 35% des plants inoculés. Ces sclérotés du milieu Petits Pois produisent, au bout de 20 jours, des symptômes sur 80% des plants. Quant aux sclérotés du PDA, l'expression des symptômes ne porte que sur 50% des plants inoculés (Tableau 5).

Il existe toute fois une différence significative ($P=0,0203$) entre les poids moyens racinaires des plants inoculés avec des sclérotés issus du PDA d'une part et ceux obtenus sur les autres substrats (Figure 3).

Tableau 1: Nombre moyen de sclérotés récoltés en fonction du temps, sur différents substrats, en différentes conditions d'incubation.

Temps (j)	Substrats	Condition d'incubation		
		Luminosité continue	Photopériode 12 h	Obscurité continue
5	PDA	00,0±0,0a	00,0±0,0a	00,0±0,0a
	PDA+Sol	23,8±10,6a	71,4±31,9b	00,0±0,0a
	Carotte	00,0±0,0a	13,0±5,8a	00,0±0,0a
	Petits pois	30,0±13,4a	39,8±19,9ab	07,8±3,5a
	Tige de tomate	22,8±10,2a	16,2±7,2a	00,8±0,3a
10	PDA	31,8±17,9a	08,8±3,8a	10,2±10,2a
	PDA+Sol	21,6±9,6a	27,0±12,1b	03,0±1,5a
	Carotte	104,6±46,8ab	27,5±12,3b	13,5±6,0a
	Petits pois	107,4±53,7ab	37,4±18,7b	13,2±6,6a
	Tige de tomate	02,4±1,2b	03,0±1,5a	06,8±3,4a
15	PDA	18,5±11,7a	07,5±4,7a	07,0±4,4a
	PDA+Sol	18,0±8,0a	45,8±20,5b	05,0±2,2a
	Carotte	25,5±11,4a	20,5±9,2ab	04,0±1,8a
	Petits pois	46,2±23,1b	22,0±11,0ab	59,4±29,7b
	Tige de tomate	11,8±5,9a	09,2±4,6a	06,6±3,3a
20	PDA	12,0±5,0 a	06,5±2,7ab	06,5±3,9a
	PDA+Sol	14,0±7,0a	35,6±17,8c	10,6±5,3a
	Carotte	10,6±3,7a	16,4±4,2a	07,2±4,0a
	Petits pois	11,6±5,8a	08,6±4,3ab	20,4±10,4b
	Tige de tomate	02,0±1,0a	01,8±0,9b	01,8±0,9a
25	PDA	24,8±8,7a	26,8±9,9a	32,0±10,6a
	PDA+Sol	20,6±10,3a	08,0±4,0b	06,2±3,1b
	Carotte	09,0±1,8ab	13,6±2,8ab	08,2±2,4b
	Petits pois	00,8±0,4b	02,4±1,2b	05,8±2,9b
	Tige de tomate	03,0±1,5b	04,0±2,0b	02,6±1,3b
30	PDA	43,4±11,5a	19,2±4,7c	12,0±4,6a
	PDA+Sol	19,8±9,9b	15,0±7,5a	10,6±5,3a
	Carotte	10,2±2,6b	06,8±1,6ab	10,6±2,6a
	Petits pois	02,4±1,2b	02,6±1,3b	06,0±3,0a
	Tige de tomate	03,2±1,6b	02,0±0,1b	02,8±1,4a
35	PDA	26,4±11,8a	16,4±7,3a	15,4±6,9a
	PDA+Sol	07,2±3,6ab	11,2±5,6ab	09,8±4,9ab
	Carotte	06,6±2,9ab	06,0±1,2ab	07,4±2,2ab
	Petits pois	00,0±0,0b	01,0±0,5b	02,0±1,0b
	Tige de tomate	00,0±0,0b	00,2±0,1b	00,0±0,0c

Pour une date de récolte et une condition d'incubation donnée, le nombre moyen de sclérotés récoltés ± ds dans chaque colonne affectés d'une même lettre ne sont pas significativement différents ($P > 0,05$) suivant le test de Newman-Keuls au seuil de 5%. d.s = déviation standard.

Tableau 2 : Taux de perte foliaire et de mortalité, 30 jours après inoculation, des plantules de différents âges de pépinière des variétés Tropimech, Caraïbo et Mongal en fonction de la quantité de sclérotés de *Sclerotium rolfsii*.

Âge de pépinière	Variété de tomate	Perte foliaire				Mortalité			
		10	20	30	40	10	20	30	40
10	Tropimech	17,1±2,7a	24,1±3,2a	33,6±2,3a	39,9±2,1a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a
	Caraïbo	18,1±1,8a	28,4±2,3a	28,4±2,3ab	27,6±1,5b	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a
	Mongal	9,4±1,8b	21,0±1,7a	21,0±1,7b	21,3±1,6c	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a
15	Tropimech	19,9±1,7a	32,5±4,0a	39,7±3,9a	54,7±2,3a	0,0±0,0a	5,0±5,0a	15,0±5,0a	20,0±0,0a
	Caraïbo	19,2±1,3a	37,9±2,2a	39,3±2,6a	45,7±3,1b	0,0±0,0a	0,0±0,0a	10,0±0,0a	10,0±10,0a
	Mongal	14,2±1,3b	22,3±2,6a	27,5±2,3b	26,7±2,0c	0,0±0,0a	0,0±0,0a	5,0±5,0a	0,0±0,0a
20	Tropimech	22,7±1,6a	41,9±3,9a	49,1±3,1a	57,7±1,7a	0,0±0,0a	15,5±5,0a	25,0±5,0a	30,0±5,0a
	Caraïbo	21,7±1,3a	32,9±1,9a	45,9±5,4a	46,5±3,5b	0,0±0,0a	5,0±5,0a	10,0±10,0a	15,0±5,0ab
	Mongal	16,3±1,5b	32,6±1,5a	33,6±2,3b	34,7±2,6c	0,0±0,0a	0,0±0,0a	5,0±5,0a	10,0±10,0b
25	Tropimech	21,6±1,6a	46,9±2,2a	49,2±3,5a	58,5±1,4a	50,4±3,4b	25,0±5,0a	30,0±0,0a	35,0±5,0a
	Caraïbo	18,1±3,0a	21,9±0,9a	46,7±1,8ab	51,6±2,5a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	15,0±5,0ab	10,0±0,0a
	Mongal	20,0±10,0b	31,3±1,2b	37,4±1,1b	37,8±1,9c	0,0±0,0a	0,0±0,0b	10,0±10,0a	10,0±5,0b

Pour un âge de pépinière donné, les taux de perte foliaire (TPF±d.s) et de mortalité (TM ± d.s) dans chaque colonne affectés d'une même lettre ne sont pas significativement différents (P>0,05) suivant le test de Newman-Keuls au seuil de 5%. TPF= Taux de Réduction Foliaire; TM= Taux de mortalité ; d.s = déviation standard.

Tableau 3 : Taux de réduction du diamètre et de la croissance en hauteur, 30 jours après inoculation, des plantules de différents âges de pépinière des variétés Tropimech, Caraïbo et Mongal en fonction de la quantité de sclérotés de *Sclerotium rolfsii*.

Âge de pépinière	Variété de tomate	Diamètre				Hauteur			
		10	20	30	40	10	20	30	40
10	Tropimech	2,7±2,3a	8,6±3,5a	14,8±2,3a	13,9±1,6a	1,0±3,1a	1,0±4,8a	6,1±6,2a	6,0±3,3a
	Caraïbo	0,6±3,2a	6,9±5,5a	8,9±2,6a	8,6±2,8a	-0,2±9,8a	-0,7±8,4a	3,8±11,7a	3,4±4,3a
	Mongal	0,1±1,1a	5,8±3,8a	9,2±1,6a	9,1±1,6a	0,1±3,1a	0,5±2,8a	2,0±2,4a	8,0±2,2a
15	Tropimech	11,2±4,0b	27,9±3,3a	28,6±8,8a	26,9±4,7a	1,6±4,4a	13,8±2,5a	14,9±2,0a	14,7±2,5a
	Caraïbo	7,5±1,3a	19,7±6,6a	20,5±3,6a	19,3±8,5a	0,1±2,7a	7,9±2,6a	6,9±2,1b	7,9±1,2b
	Mongal	7,9±3,1a	16,4±2,3a	15,9±1,6a	16,8±2,4a	1,9±2,6a	8,9±2,2a	7,8±0,5b	8,4±1,9b
20	Tropimech	19,2±4,1a	40,8±5,7a	54,9±5,6a	51,2±4,3a	5,4±2,0a	24,3±5,1a	32,8±4,6a	31,4±4,8a
	Caraïbo	14,6±3,8ab	35,2±5,5a	31,8±8,0b	29,4±8,6b	3,6±7,4a	17,4±3,9a	17,6±3,5b	18,3±3,7b
	Mongal	5,6±2,2b	28,0±3,3a	30,8±1,6b	28,2±5,0b	2,6±3,8a	11,4±7,1a	17,5±2,0b	15,5±2,6b
25	Tropimech	15,9±2,9a	51,9±9,1a	55,8±11,0a	50,8±4,3a	6,5±7,0a	23,4±3,8a	37,1±3,2a	30,1±6,8a
	Caraïbo	14,5±3,3a	36,4±4,8ab	30,5±4,6b	29,4±5,6b	7,3±5,5a	15,5±3,9a	26,0±7,0ab	29,3±3,1a
	Mongal	7,7±2,9a	25,0±5,0b	29,1±5,2b	32,2±6,4b	7,3±4,3a	19,5±1,2a	15,4±5,2b	14,5±2,4b

Pour un âge de pépinière donné, les taux de réduction du diamètre et de la hauteur (TR ± d.s) dans chaque colonne affectés d'une même lettre ne sont pas significativement différents (P>0,05) suivant le test de Newman-Keuls au seuil de 5%. TR= Taux de Réduction ; d.s = déviation standard.

Tableau 4 : Poids racinaire moyen de plants témoins et taux de réduction racinaire, 30 jours après inoculation de 40 sclérotés de *Sclerotium rofsii*, des plants de différents âges de pépinière des variétés Tropimech, Caraïbo et Mongal.

Âge de pépinière	Variété de tomate	Poids racinaire moyen (plants témoins)	Réduction racinaire (TRR)
10	Tropimech	2,9±0,1a	36,9±14,8a
	Caraïbo	1,7±0,3b	29,7±15,8a
	Mongal	2,2±0,1a	26,2± 05,6a
15	Tropimech	2,7±0,1a	38,5±11,1a
	Caraïbo	2,8±0,1a	36,7±09,0a
	Mongal	3,3±0,0b	28,4±09,9a
20	Tropimech	2,5±0,1a	76,1±6,6a
	Caraïbo	3,1±0,2b	61,9±8,2ab
	Mongal	3,1±0,2b	41,3±10,9b
25	Tropimech	2,3±0,1a	80,9±5,1a
	Caraïbo	2,8±0,2a	61,0±5,4ab
	Mongal	2,9±0,2a	40,7±10,8b

Pour un âge de pépinière donné, le poids racinaire moyen ± ds des plants témoins et les taux de réduction racinaire (TRR±ds) dans chaque colonne affectés d'une même lettre ne sont pas significativement différents (P>0,05) suivant le test de Newman-Keuls au seuil de 5%. TRR= Taux de Réduction Racinaire; d.s = déviation standard.

Tableau 5 : Taux d'attaque sur les racines superficielles et/ou le collet en fonction du temps, 30 jours après inoculation avec 40 sclérotés, des plants issus de pépinière de 25 jours de la variété Tropimech.

Substrats	Temps (j)					
	5	10	15	20	25	30
PDA	00,0±0,0a	00,0±0,0a	15,0±2,2a	35,0±2,2ab	40,0±4,5ab	15,0±2,2a
PDA+Sol	00,0±0,0a	10,0±4,5a	35,0±2,2a	35,0±2,2ab	20,0±4,5a	00,0±0,0b
Carotte	00,0±0,0a	15,0±2,2ab	40,0±4,5a	45,0±2,2b	00,0±0,0a	00,0±0,0b
Petits pois	00,0±0,0a	00,0±0,0a	30,0±4,5a	45,6±2,2b	25,0±2,2a	00,0±0,0b
Tige de tomate	00,0±0,0a	35,0±2,2b	45,0±2,2a	20,0±0,0a	00,0±0,0a	00,0±0,0b

Les taux d'attaque± ds, des sclérotés issus des différents substrats, dans chaque colonne affectés d'une même lettre ne sont pas significativement différents (P>0,05) suivant le test de Newman-Keuls au seuil de 5%. d.s = déviation standard

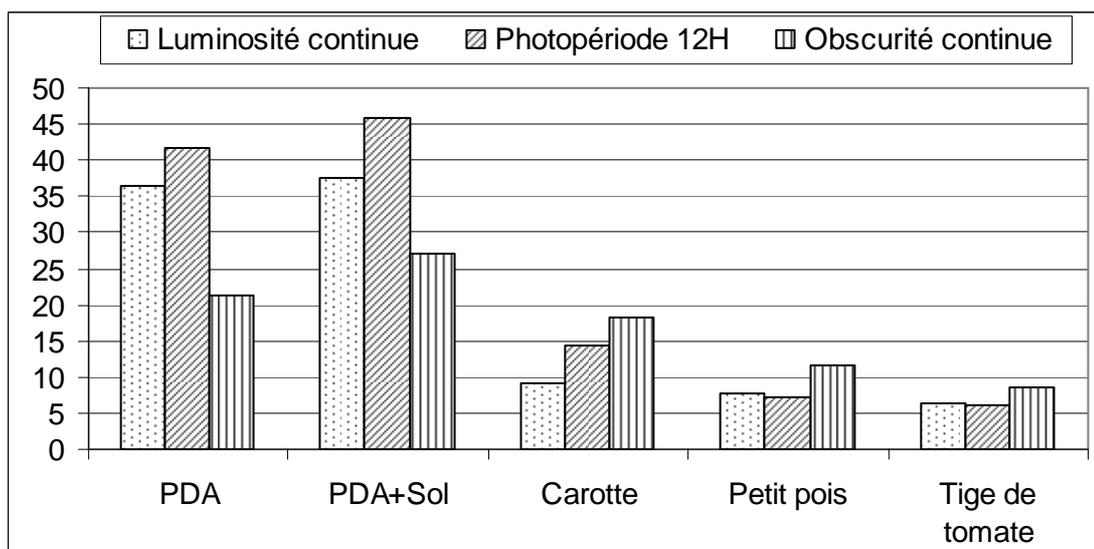


Figure 1: Poids moyens de 20 sclérotés récoltés sur différents substrats, en différentes conditions d'incubation.

Pour chaque condition, les lettres barres surmontées d'une même lettre ne sont pas statistiquement significatives au seuil de 5% (test de Newman-Keuls)



Figure 2 : Influence de différentes concentrations de spores de *Sclerotium rolfsii* sur le système de plants de tomate Tropimech. a : témoin non attaqué, b-e : plantes inoculées avec différentes concentrations de spores.

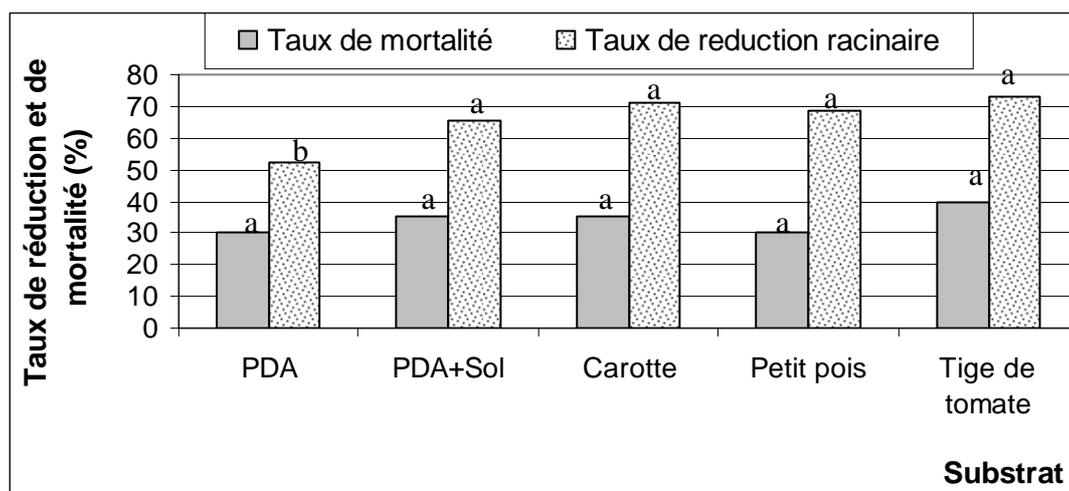


Figure 3 : Taux de mortalité et de réduction du poids racinaire, 30 jours après inoculation avec 40 sclérotés, des plants issus de pépinière de 25 jour de la variété Tropimech.

Pour les taux de mortalité et de réduction de poids racinaire, les lettres barres surmontées d'une même lettre ne sont pas statistiquement significatives au seuil de 5% (test de Newman-Keuls)

DISCUSSION

Conditions de production des sclérotés

Les études menées ont permis de déterminer le comportement de *Sclerotium rolfsii* sur des substrats autres que le PDA, milieu standard pour la croissance de *Sclerotium rolfsii* (Punja et Grogan, 1981). Si les conditions d'incubation des différents substrats ne présentent en générale pas de différence significative au niveau de la croissance mycélienne, elles semblent plutôt influencer la production de sclérotés suivant la nature du substrat. Outre le milieu PDA+Sol où les plus grandes récoltes ont en condition photopériodique de 12 heures, la luminosité continue (78,5% d'Hygrométrie et 27,55 °C de température) se présente comme la condition idéale pour une production de sclérotés. La lumière constante stimulerait l'agrégation des mycéliums et se présenterait pour ce champignon comme une entrave au développement mycélien. Par ailleurs, les études menées *in vitro* par Barksdale (1967), ont établi que l'on obtenait, avec le *Colletotrichum coccodes* davantage de sclérotés à l'obscurité qu'aux fortes intensités. Toute fois, Davet (1972) a montré que lorsque

la température augmente (28 °C - 30 °C), le nombre de sclérotés de ce champignon augmente alors que leur taille diminue.

Quelque soit les conditions d'incubation, les sclérotés sur PDA ne s'obtiennent que dans les 2 semaines qui suivent l'ensemencement. Il a par ailleurs été montré que le milieu PDA produisait d'abondants sclérotés (Punja et Jenkins, 1984), matures entre 2 et 3 semaines (Punja, 1986). Les substrats PDA+Sol, Tige de Tomate, Carotte et Petits pois permettent d'obtenir, selon les conditions d'incubation, en moins de 10 jours des sclérotés matures en quantité plus ou moins abondantes.

La densité mycélienne obtenue avec les milieux PDA et PDA+Sol conduit à la formation de sclérotés de poids moyens nettement supérieurs à ceux des substrats Tige de Tomate, Petits Pois et Carotte. Le milieu à base de purée de pomme de terre et de glucose serait ainsi plus riche (Punja et Jenkins, 1984) que les autres milieux. La production de sclérote est aussi induite en milieu solide comme liquide sur 16 h (Hadar et al., 1981).

La nature du substrat aurait également une influence sur la morphologie des sclérotés

produits. A ce sujet, certains auteurs (Linderman et Gilbert, 1973 ; Punja et al., 1984) ont montré qu'il y avait une différence morphologique entre les sclérotés produits sur milieu avoine, milieu sol de Beute et Rodriguez-Kabana (1979) et sur un milieu riche tel que le PDA.

Le test de virulence des sclérotés récoltés sur différents substrats a révélé que ceux issus des milieux PDA+Sol, Tige de Tomate et Carotte germent plus vite et induisent au bout de 10 jours des symptômes d'attaque. Punja et al. (1985) ont montré que la haute virulence des sclérotés est liée à leur aptitude à produire conjointement de l'endopolygalacturonase et de l'acide oxalique qui a été longtemps reconnu comme le principal moyen de destruction de *Sclerotium rolfsii* (Higgins, 1927). Les sclérotés extraits des substrats Tige de Tomate, Carotte et PDA+Sol produiraient plutôt l'acide oxalique et l'endopolygalacturonase. Chevaugéon (1957) a montré, *in vitro*, que la concentration maximale d'acide cyanhydrique est obtenue sur des milieux composés de terre et de farine de soja ou de terre et de tissu du collet de la luzerne. Par ailleurs, Geiger (1975) a mis en évidence l'effet inhibiteur du glucose, dite "effet glucose", de substances de destruction de *Corticium rolfsii*. Cette hypothèse a été vérifiée *in vivo* par Patil et Dimond (1968). Ils ont montré que l'administration de glucose par la tige de plants de tomate infectés par *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* réduisait les symptômes du "wilt". La germination tardive des sclérotés produits sur PDA et leur moindre virulence à travers l'expression des symptômes pourrait ainsi être tributaire d'un "effet glucose".

Sensibilité variétale

La sensibilité des plants de différents âges de pépinière des trois variétés de tomate vis-à-vis des sclérotés de *Sclerotium rolfsii* a été évaluée. Cette sensibilité a été étudiée à travers l'appréciation des paramètres que sont la mortalité, la croissance diamétrale, la

croissance en hauteur et le nombre de feuilles fonctionnelles. Les résultats obtenus montrent qu'il existe une corrélation entre l'âge de pépinière, la quantité d'inoculum et la pression du parasite. Les résultats ont également montré que le diamètre et la densité racinaire des plants de tomate des différentes variétés croissent, après transplantation, des plus jeunes âges de pépinière aux plus âgés. Les plants de 10 à 15 jours de pépinière présenteraient ainsi une meilleure vigueur par rapport aux plants de 20 et 25 jours de pépinière. Parlant du syndrome d'une maladie provoquée chez un hôte donné par un parasite donné, Chevaugéon (1957) disait que celui-ci varie en fonction de l'organe attaqué et de l'âge de cet organe.

En l'absence d'inoculum, la chute de feuilles observée, liée à l'effet de serre est plus accentuée avec les plants âgés (20 et 25 jours de pépinière). Ces feuilles qui chutent sur le sol des pots constitueront, en présence d'inoculum, de la matière organique propice à la germination des sclérotés après ré-humification. La germination des sclérotés se produisant, dans ces conditions, un peu plus tôt sous les pieds des plants d'âge de pépinière élevé, ceux-ci présenteront plus vite les symptômes d'attaque à travers les différents paramètres de croissance. Trente jours après inoculation, ces plants de 20 et de 25 jours de pépinière peuvent présenter aux concentrations de 30 et 40 sclérotés une réduction de la hauteur moyenne de 32% à 35%, une réduction du diamètre moyen de 50% à 52% et une réduction du poids racinaire de 80%. Il ressort ainsi que *Sclerotium rolfsii* affecte les paramètres de croissance. Une étude réalisée par Roger en 1942, a montré que le *Corticium rolfsii* influence négativement la hauteur moyenne, le poids frais de la matière vivante élaborée et le poids sec.

Conclusion

La production *in vitro* de sclérotés et la taille de ceux-ci sont fonction de la nature du

substrat et de la condition d'incubation. Les substrats Tige de Tomate, Carotte et Petits Pois ont une production plus élevée en lumière continue. Une production maximale est obtenue dans les 15 jours qui suivent le remplissage des boîtes de pétri par le mycélium. Les quantités importantes de sclérotés sont obtenues sur les milieux Carotte, Petits Pois. C'est en obscurité continue que ces milieux produisent des sclérotés de taille relativement élevée. C'est globalement en condition photopériodique de 12 heures que les substrats à base de purée de pomme de terre et de glucose produisent des sclérotés en taille élevée. Cette production est plus élevée avec le PDA+Sol en condition photopériodique de 12 heures avec un maximum de 71 sclérotés au 5^e jour du remplissage des boîtes de pétri.

L'inoculation des plants de tomate avec ces sclérotés des différents substrats montre que ceux récoltés sur PDA et petits Pois ont une période d'incubation de 15 jours tandis qu'elle est de 10 jours pour les sclérotés des milieux Tige de Tomate, Carotte et PDA+Sol. Il ressort des travaux, que les âges avancés de pépinière (20 et 25 jours) sont plus sensibles à l'expression du parasite avec néanmoins une plus grande sensibilité de la variété Tropimech. Aux concentrations de 30 à 40 sclérotés, cette variété peut subir des pertes foliaires de l'ordre de 50%, une réduction du diamètre des plants de 50%, de la croissance à 35% et une réduction de 80% du poids racinaire.

Références bibliographiques

- Barksdale TH. 1967. Light-induced *in vitro* sporulation of *Colletotrichum coccodes* causing tomato anthracnose. *Phytopath.*, **57**: 1173-1175.
- Blancard D. 1988. *Maladies de la Tomate : Observer Identifier Lutter*. INRA Edition : Paris.
- Biljmakers H. 1995. Défense des cultures au Tchad – Niébé : Ravageurs et Maladies. 31 p
- Chevaugéon J. 1957. Mode d'action des champignons parasites. *Rev. Phytopath. Bull. Bot. Fr.*, **104**(1-2): 56-96.
- Davet P. 1972. Recherches sur *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes. III.- Influence de la température sur les sclérotés. *Rev. Mycol.*, **35**(5): 307-316.
- Geiger JP. 1975. Aspects physiologiques et biochimiques de la spécialisation parasitaire. Cas particulier des *Corticium rolfsii* (Sacc.) curzi et *Leptoporus lignosus* (Kl.) Heim ex Pat. Etude *in vitro*. Doc. ORSTOM.
- Higgins BB. 1927. Phytopathology and parasitism of *Sclerotium rolfsii*. *Phytopath.*, **17**: 417-448.
- Linderman RG, Gilbert RG. 1973. Behaviour of sclerotia of *Sclerotium rolfsii* produced in soil or in culture regarding germination stimulation by volatiles, fungistasis and hypochlorite treatment. *Phytopath.*, **63**: 500-504.
- Maurin G, Paternelle MC, Cluzeau S. 1996. *Guide Pratique de Défense des Cultures. Reconnaissance des Ennemis-Notions de Protection des Plantes* (5^e éd.). Doc. ACTA. 431; 18-31.
- Patil, SS, Dimond AE. 1968. Repression of polygalacturonase synthesis in *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* by sugars and its effect on symptom reduction in infected tomato plants. *Phytopath.*, **58**: 1630-1634.
- Punja ZK. 1985. The biology, ecology and control of *Sclerotium rolfsii*. *Annu. Rev. Phytopath.*, **23**: 97-127.
- Punja ZK. 1986. Progression of root rots on processing carrots due to *Sclerotium rolfsii* and the relationship of disease incidence to inoculum density. *Can. J. Plant Pathol.*, **8**: 297-304.
- Punja ZK, Grogan RG. 1981. Eruptive germination of sclerotia of *Sclerotium rolfsii*. *Phytopath.*, **71**: 1092-1099.
- Punja ZK, Grogan RG, Jenkins SF. 1984. Effect of volatile compounds, nutrients and source of sclerotia on eruptive

- sclerotial germination of *Sclerotium rolfsii*. *Phytopath.*, **74**: 1290-1295.
- Punja ZK, Jenkins SF. 1984. Influence of medium composition on mycelial growth and oxalic acid production in *Sclerotium rolfsii*. *Mycology*, **76**: 947-950.
- Roger L. 1942. Les champignons à sclérotés parasites du riz. *Bull. Écon. Indochine* (I-V): 302.
- Robert L. 1979. *Cultures Légumières et Maraîchères* (III^e édition). Encyclopédie Agricole. Editions JB Baillière.
- Soro S, Doumbouya M, Koné D, Kouadio YJ. 2008. Potentiel infectieux des sols de cultures de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sous abri et incidence de l'âge de repiquage sur la vigueur des plants vis-à-vis de *Pythium* sp. à Songon-Dabou en Côte d'Ivoire. *Tropicultura*, **26**(3): 173-178.
- Wheeler BEJ, Sharan N. 1965. The production of sclerotia by *Sclerotium rolfsii*. I.- Effect of varying the supply of nutrients in an agar medium. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, **48**: 291-301.