

Revue Analytique des Maladies Fongiques Affectant la Production du Haricot Vert (*Phaseolus vulgaris*)

Édouard Cocou Goudjo

Doctorant en Phytopathologie, Protection des Végétaux et Physiologie Végétale, Département de Biologie Végétale, Faculté des sciences et techniques de l'Université d'Abomey Calavi- (FAST-UAC), Bénin

Hervé Banemane Soura

Docteur en Phytopathologie et Physiologie végétale, Institut Supérieur du Développement Durable, Université de Fada N'Gourma, Burkina Faso

Claude Kouassi Gnacadja

Docteur en Biotechnologie Alimentaire, Laboratoire d'Analyse des Aliments, Agence Gabonaise de Sécurité Alimentaire, Libreville (GABON)

Beatrice Michaela Iacomi

Professeure Associée, Maître Conférence en Pathologie Végétale, Département de Protection des Plantes, Faculté d'Agriculture, Université de Sciences Agricole et Médecine Vétérinaire de Bucarest (Roumanie)

Farid Abdel-Kader Baba-Moussa

Professeur Titulaire de Microbiologie et de Technologie Alimentaire, Département de Biologie Végétale, Faculté des sciences et techniques de l'Université d'Abomey Calavi- (FAST-UAC), Bénin

André Simplicie Léopold Gnancadja

Professeur Titulaire en Pathologie Végétale et Physiologie Végétale, Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques de l'Université d'Abomey Calavi- (FAST-UAC), Bénin

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n36p67](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n36p67)

Submitted: 01 November 2023

Accepted: 15 December 2023

Published: 31 December 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Goudjo E.C., Soura H.S., Gnacadja C.K., Iacomi B.M., Baba-Moussa F.A.K. & Gnancadja A.S.L. (2023). *Revue Analytique des Maladies Fongiques Affectant la Production du Haricot Vert (*Phaseolus vulgaris*)*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (36), 67.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n36p67>

Résumé

Le haricot vert (*Phaseolus vulgaris*), largement consommé au Bénin et en Afrique de l'Ouest offre des avantages nutritionnels significatifs en tant que

source potentielle de protéines, de calories, de vitamines et de minéraux, suscitant un intérêt pour le marché mondial. Cependant, malgré ses atouts, sa production est confrontée à diverses contraintes. Cette revue analytique, basée sur des données de la littérature nationale et internationale dresse un état des lieux des contraintes biotiques liées à la production du haricot vert. De façon spécifique, la revue a permis d'inventorier toutes les maladies fongiques du haricot vert et d'identifier leurs méthodes de gestion. La rédaction de cette revue s'appuie sur une recherche bibliographique dans diverses bases de données de recherches. Les critères d'inclusion se concentrent sur les maladies fongiques et leurs méthodes de contrôle, excluant les données relatives aux maladies bactériennes, virales ainsi qu'aux bioagresseurs tels que les insectes, les acariens et les nématodes. Les résultats de cette étude révèlent que les agents phytopathogènes sont prédominants, entraînant des pertes de rendement pouvant atteindre 100%. L'application des mesures prophylactiques, combinée à l'intégration des méthodes de luttés biologique, culturale, génétique et chimique offrent une gestion efficace des agents phytopathogènes. En conclusion, des perspectives de recherches, axées sur l'épidémiologie et les méthodes de luttés, sont nécessaires pour réduire la dépendance du Bénin à l'importation venant de pays voisins.

Mots-clés: Contraintes biotiques, pathogènes fongiques, méthodes de gestion, haricot commun, Bénin

Analytical Review of Fungal Diseases Affecting Green Bean (Phaseolus vulgaris) Production

Édouard Cocou Goudjo

Doctorant en Phytopathologie, Protection des Végétaux et Physiologie Végétale, Département de Biologie Végétale, Faculté des sciences et techniques de l'Université d'Abomey Calavi- (FAST-UAC), Bénin.

Hervé Banemane Soura

Docteur en Phytopathologie et Physiologie végétale, Institut Supérieur du Développement Durable, Université de Fada N'Gourma, Burkina Faso

Claude Kouassi Gnacadja

Docteur en Biotechnologie Alimentaire, Laboratoire d'Analyse des Aliments, Agence Gabonaise de Sécurité Alimentaire, Libreville (GABON)

Beatrice Michaela Iacomì

Professeure Associée, Maître Conférence en Pathologie Végétale, Département de Protection des Plantes, Faculté d'Agriculture, Université de Sciences Agricole et Médecine Vétérinaire de Bucarest (Roumanie)

Farid Abdel-Kader Baba-Moussa

Professeur Titulaire de Microbiologie et de Technologie Alimentaire, Département de Biologie Végétale, Faculté des sciences et techniques de l'Université d'Abomey Calavi- (FAST-UAC), Bénin

André Simplicie Léopold Gnancadja

Professeur Titulaire en Pathologie Végétale et Physiologie Végétale, Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques de l'Université d'Abomey Calavi- (FAST-UAC), Bénin

Abstract

The Green beans (*Phaseolus vulgaris*) widely consumed in Benin and West Africa, offers significant nutritional benefits as a potential source of protein, calories, vitamins and minerals, generating interest in global market. However, despite its advantages, its production faces various constraints. This analytical review, based on data from national and international literature, provides an overview of the biotic constraints related to green beans production. Specifically, the review inventoried all fungal diseases of green beans and identified their management methods. The compilation of this review relies on a bibliographic search in various research databases. Inclusion criteria focused on fungal diseases and their control methods excluding data on bacterial and viral diseases and bio-aggressors such as insects, mites and nematodes. The results of this study reveal that phytopathogenic agents are predominant, leading to yield losses of up to 100%. The application of

prophylactic measures, combined with the integration of biological, cultural, genetic, and chemical control methods, offers effective management of phytopathogenic agents. In conclusion, research perspectives focused on epidemiology and control methods are necessary to reduce Benin's dependence on imports from neighboring countries.

Keywords: Biotic constraints, fungal pathogens, management methods, common bean, Benin

Introduction

Le haricot commun (*Phaseolus vulgaris*) constitue une légumineuse à graine originaire des régions tempérées et tropicales d'Amérique, d'Afrique et d'Asie (Wortmann, 2006). Il revêt une importance majeure en tant que légume directement consommé, étant la principale source alimentaire de légumineuses pour plus de 300 millions d'individus en Amérique latine, en Afrique Centrale et de l'Est (Godderis, 1995). A l'échelle mondiale, Il se positionne en tant que deuxième source de calories après le maïs (Broughton *et al.*, 2003).

En Afrique, la culture du haricot commun est présente dans diverses zones agro-écologiques à haute et moyenne altitude (Snapp *et al.*, 2018). Des millions de petits agriculteurs dans les pays en développement le considère comme un aliment essentiel dans la lutte contre la malnutrition (Meziadi *et al.*, 2016). En Afrique de l'Ouest, les principaux pays producteurs sont le Niger (Hassane, 2008), le Mali (Sidibe *et al.*, 2020), le Burkina Faso (Kambou *et al.*, 2019), et la Côte d'Ivoire (Brou *et al.*, 2018). Au Bénin, la culture est principalement réservée aux petits agriculteurs, qui l'associent avec d'autres cultures pour l'autoconsommation (Akouègninou *et al.*, 2006).

Le haricot commun est cultivé principalement en raison de sa richesse en protéines (20% à 25 %) (Celmeli *et al.*, 2018), en fer et en fibres (Baudouin *et al.*, 2001 ; Nyabyenda, 2005) ainsi qu'en zinc, fibres, carbohydrates lents et vitamines (Pabra, 2013). Malgré son importance nutritionnelle, la production de haricot commun est confrontée à diverses contraintes biotiques principalement causées par des champignons (Meziadi *et al.*, 2016 ; Martins *et al.*, 2018), des bactéries (Djeugap *et al.*, 2014 ; Mbeugang *et al.*, 2017) et des virus (Mwaipopo *et al.*, 2018). C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent travail, qui vise à dresser un état des lieux de la culture du haricot commun en vue de comprendre l'impact des contraintes biotiques liées à sa production.

Méthodologie

La rédaction de cette revue s'est appuyée sur une recherche bibliographique exhaustive menée dans plusieurs bases de données, notamment Thèse.fr, Science Direct, Mémoire Online, Agora, Hal, Archives

Ouvertes, Web of Sciences, Google Scholar, et Hinari. Des termes clés tels que "*Phaseolus vulgaris*," "Common bean," "french bean," "maladies bactériennes, fongiques, virales," et "méthodes de lutte" ont été employés pour cibler les publications pertinentes.

Les études incluses couvrent des investigations réalisées en plein champ, en serre, ainsi que celles se penchant sur les approches influençant le rendement des cultures et la gestion des pathogènes. Au total, 306 publications scientifiques pertinentes, en lien avec les contraintes de la production du haricot vert, ont été collectées, traitées, et catégorisées en fonction des régions d'étude et des thèmes de recherche. Les critères d'inclusion se sont concentrés sur les maladies fongiques et les méthodes de contrôle, excluant ainsi les données relatives aux maladies bactériennes, virales, ainsi qu'aux bio-agresseurs du haricot vert, tels que les insectes, les acariens, et les nématodes.

Résultats

1. Synthèse des données des 306 publications scientifiques relatives aux maladies du haricot vert (*Phaseolus vulgaris*) utilisées pour la revue.

L'analyse de la synthèse des données issues de publications scientifiques a révélé trois principaux axes de distribution. Le premier axe a exposé la répartition géographique des publications sur les maladies du haricot vert, mettant en évidence que l'Amérique (45,75%) prédomine, suivie par (21,24%), l'Europe (15,68%), l'Afrique (14,70%) et l'Australie (2,61%) (Figure 1).

Par ailleurs, le deuxième axe de distribution a émergé des publications se rapportant aux principaux groupes de maladies phytopathogènes. La recherche sur les maladies du haricot vert s'est principalement concentrée sur les maladies fongiques, représentant la majorité avec 70,26% suivies des maladies virales (16,66%) et des maladies bactériennes (13,07%) (Figure 2). Enfin, le troisième axe a dévoilé la distribution des publications en fonction des thèmes de recherche explorés par les auteurs. En ce qui concerne les maladies fongiques du haricot commun, la recherche s'est particulièrement orientée vers les méthodes biologiques de gestion des agents pathogènes (25,18%), suivies par les approches génétiques (20,58%). Les caractérisations occupent la troisième position (18,30%) suivie par l'étude de l'incidence, de la sévérité et de la résistance (16,99%), l'identification des pathogènes (10,78%) et la lutte chimique contre les maladies (7,51%).

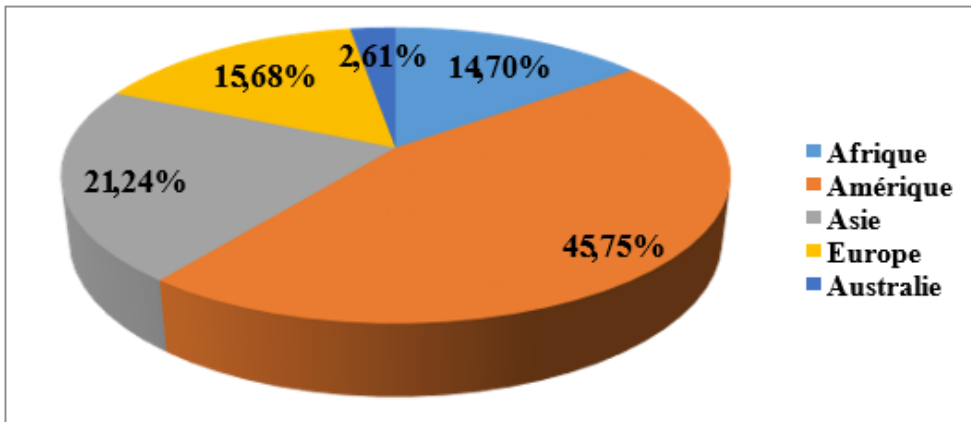


Figure 1. Répartition des publications scientifiques en fonction des zones d'étude

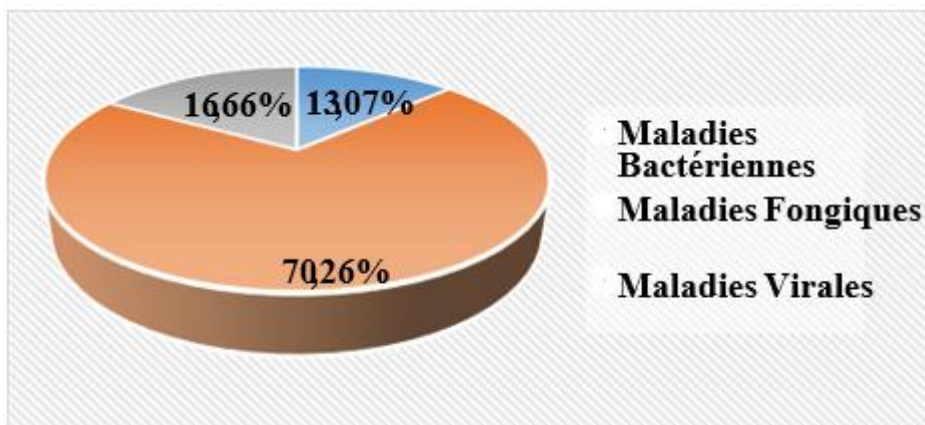


Figure 2. Répartition des publications scientifiques en fonction des maladies

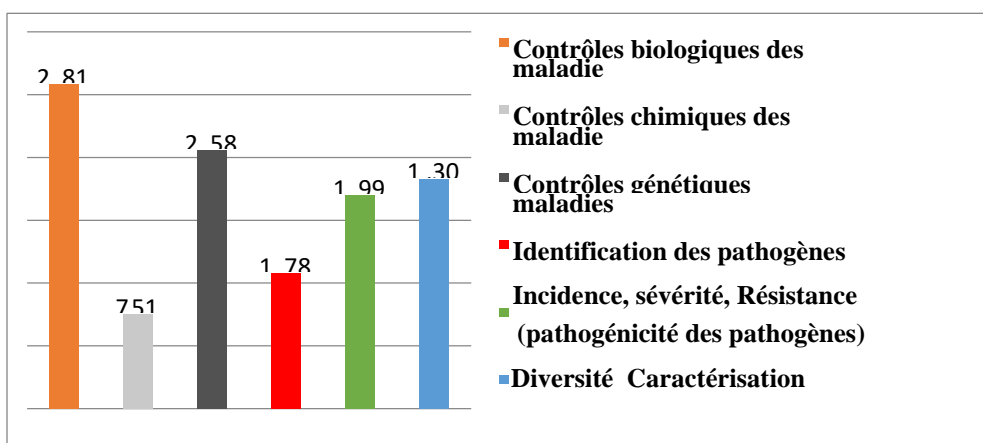


Figure 3. Répartition des publications scientifiques en fonction des différentes thématiques de recherches

Le tableau 1 ci-dessous présente une synthèse de la liste des affections fongiques du haricot vert. L'analyse de ce tableau met en lumière une diversité de maladies fongiques associées à la culture du haricot vert, répertoriant ainsi une vingtaine de pathogènes fongiques liée à cette culture.

Tableau I. Récapitulative des maladies et des champignons phytopathogènes du haricot vert.

N°	Noms maladies	Agent causal	Références
01	Anthracnose	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	Veloz-García <i>et al.</i> , 2010
02	Fusarium root rot	<i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>Phaseoli</i>	Mukuma <i>et al.</i> , 2020
03	Brown rot	<i>Rhizoctonia solani</i>	Paparu <i>et al.</i> , 2017
04	Sclerotinia root rot	<i>Sclerotium rolfsii</i>	Ferreira <i>et al.</i> , 2020
05	Charcoal rot	<i>Macrophomina phaseolina</i> (Tassi) Goid. (syn <i>Tiarosporella phaseolina</i> (Tassi))	Díaz-Díaz <i>et al.</i> , 2022
06	Pythian Root Rot	<i>Pythium ultimum</i> (<i>P. ultimum</i> var. <i>ultimum</i>)	Nzungize <i>et al.</i> , 2011
07	Vascular fusarium disease	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>Phaseoli</i>	Kouame <i>et al.</i> , 2021
08	Angular leaf spot	<i>Phaeoisariopsis griseola</i> (Sacc.) (syn : <i>Pseudocercospora griseola</i>)	Degu <i>et al.</i> , 2020;
09	American powdery mildew	<i>Erysiphe polygoni</i>	Deng <i>et al.</i> , 2022
10	Rust	<i>Uromyces appendiculatus</i>	Acevedo <i>et al.</i> , 2013
11	Choanephora rot	<i>Choanephora cucurbitarum</i>	Berton <i>et al.</i> , 2019
12	Myrothecium lesions	<i>Myrothecium roridum</i> Tode	Blancard, 2021; Iqbal <i>et al.</i> , 2021
13	Black root rot	<i>Berkeleyomyces basicola</i> (syn. <i>Thielaviopsis basicola</i> ; <i>Chalara elegans</i>)	Lessard et Tousignant, 2021
14	Corynesporiosis	<i>Corynespora cassiicola</i>	Blancard, 2021
15	Cercosporiosis	<i>Cercospora canescens</i>	Berton, 2019
16	White rot	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Gebily <i>et al.</i> , 2021
17	Ascochyosis	<i>Ascochyta phaseolarum</i>	Koder <i>et al.</i> , 2022
18	Mealy stains	<i>Mycovellosiella phaseoli</i> (syn. <i>Ramularia phaseoli</i>)	Milognon <i>et al.</i> , 2020 ;
19	Alternariosis	<i>Alternaria alternata</i>	Govardhani <i>et al.</i> , 2022
20	Gray mold	<i>Botrytis cinerea</i>	Aktaruzzaman <i>et al.</i> , 2017

2. Maladies fongiques

2.1 Anthracnose

L'anthracnose une maladie endémique touchant de nombreuses espèces de légumineuses et de solanacées, est causée par le champignon *Colletotrichum lindemuthianum*. Décrite pour la première fois sur les haricots en 1875 par Lindemuth en Allemagne, cette maladie induit des lésions sur toutes les parties aériennes de la plante. Au niveau des feuilles, des taches allongées de teintes foncées (violette, rouges ou brunes) se forment

principalement sur la face inférieure. Les tiges infectées présentent une fragilité accrue à un stade avancé de l'infection accompagnée de taches ovales noires allongées. Sur les gousses, les lésions adoptent la forme de taches circulaires qui s'approfondissent rapidement vers leur centre, prenant une teinte brun fauve consécutive à la désintégration des tissus du péricarpe (Photo 1) (Veinnot-Bourgin, 1949). Les conductions favorables à l'infection des plantes et la propagation de la maladie comprennent des températures basses oscillant entre 14°C et 24°C, ainsi qu'une forte humidité. Cette maladie peut entraîner des pertes de rendement pouvant atteindre jusqu'à 90% (Sharma *et al.*, 2008). Le contrôle de l'antracnose peut être effectué par l'utilisation de semences issues de variétés résistantes et d'extraits de plantes (Veloz-García *et al.*, 2010).



Photo 1. Symptômes de l'antracnose sur les gousses de haricot vert
www.topcropmanager.com

2.2 Pourriture Fusarienne des Racines

La pourriture fusarienne des racines résulte de l'infection par le champignon *Fusarium solani f. sp. Phaseoli*, appartenant à l'embranchement des Ascomycota. Elle se caractérise par l'apparition de stries étroites, longues, de couleur rouges à brunes, observées sur la racine pivotante et l'hypocotyle des plantules matures. A stade avancé de l'infection, les plantes manifestent un aspect pâles, un développement rabougri, entraînant une croissance lente et des peuplements irréguliers (Photo 2) (Abawi et Pastor-Corrales, 1990). Les dommages infligés par le *Fusarium solani f. sp. Phaseoli* sont généralement plus importants dans les conditions environnementales suivantes telles que le semis profond, le compactage du sol, les températures fraîches, les variations du pH du sol, une faible fertilité, les dégâts causés par les pesticides ou les engrais, ainsi que les périodes d'inondations ou de sécheresse prolongée. Les pertes de rendement imputables à la pourriture fusarienne des racines peuvent atteindre jusqu'à 84 % (Schneider *et al.*, 2001) et peuvent être atténuées par des approches de lutte biologique, notamment l'utilisation de biopesticides (Kouamé *et al.*, 2021). Par ailleurs, les champignons du genre *Trichoderma sp.* exercent également une influence significative sur le pathogène (Boat *et al.*, 2019).



Photo 2. Symptômes de *Fusarium solani. sp. phaseoli* sur le haricot vert (Mukankusi, 2008)

2.3 Pourriture brune

La pourriture brune constitue une pathologie fongique par le champignon *Rhizoctonia solani*. Les manifestations de la maladie se traduisent par le développement d'une fine toile mycélienne à la surface des feuilles et des gousses. Les feuilles présentent de grandes taches nécrotiques semblables à des brûlures, suivies d'une pourriture molle et de la formation de pseudo-sclérotés blanchâtres (Photo 3). Des conditions caractérisées par une humidité relative élevée et des variations de température comprises entre 20 et 30°C favorisent le développement de cette maladie. *Rhizoctonia solani* peut entraîner une réduction des rendements pouvant atteindre jusqu'à 100% (Otsyula *et al.*, 2003). La gestion de la pourriture brune peut être réalisée au moyen de l'utilisation de variétés résistantes, d'extraits de plantes, ainsi que de l'application de rhizobactéries (Ferreira *et al.*, 2020).



Photo 3. Symptômes de *Rhizoctonia solani* sur les feuilles de haricot vert (Chavez-Garcia *et al.*, 2022)

2.4 Pourriture sclérotique des racines

La pourriture sclérotique des racines est engendrée par l'agent pathogène *Sclerotium rolfsii*, un organisme largement répandu à l'échelle mondiale, tant dans les régions tempérées que dans les zones tropicales, et caractérisé par une grande polyphagie. *Sclerotium rolfsii* est responsable de la fonte des semis chez les jeunes plants et de la pourriture du collet chez les

plantes hôtes plus matures (Photo 4). Dans des conditions climatiques et/ou édaphiques propices, un mycélium dense et blanchâtre envahit les parties malades, exposant ainsi les sclérotés (Blancard, 2009). *Sclerotium rolfsii*, en tant que champignon ubiquiste, se développe sur une plage étendue de températures (837°C, avec une croissance optimale entre 25°C et 30°C). La sévérité de l'infection par *Sclerotium rolfsii* peut entraîner des pertes de rendement atteignant jusqu'à 100% sur les variétés sensibles (Paparou *et al.*, 2017). Diverses méthodes de gestion sont disponibles pour maîtriser cet agent pathogène de la pourriture sclérotique, comprenant l'utilisation de variétés résistantes ainsi que des approches de lutte biologique telles que l'emploi d'extraits de plantes (Ferreira *et al.*, 2020).

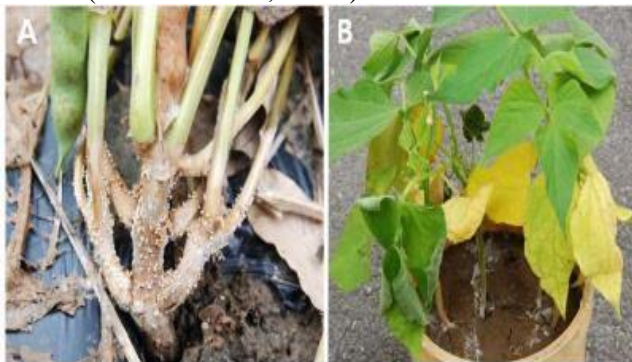


Photo 4. Symptômes d'une plante atteinte par *Sclerotium rolfsii* ; **A:** Symptôme typique d'une plante infectée morte au champ, **B:** Symptômes à la suite d'une inoculation (Kwon *et al.*, 2012)

2.5 Pourriture charbonneuse

La pourriture charbonneuse est une maladie fongique provoquée par le pathogène tellurique *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid (syn. *Tiarospora phaseolina* (Tassi)). En raison de sa polyphagie marquée, ce pathogène est largement répandu à l'échelle mondiale et induit des atteintes aux tiges, aux racines et aux semis des plantes. *Macrophomina phaseolina* est capable d'infecter les plantes à tous les stades de leur croissance. Les symptômes se manifestent par des lésions nécrotiques de teinte beige sur les tiges et des taches brunes à foncées sur les feuilles (Photo 5). À un stade avancé de l'infection, les tissus deviennent gris, recouverts de petites punctuations noires abondantes, et le champignon pénètre dans les gousses avant de coloniser les graines à partir des pédoncules. Les pertes de rendement attribuables à *Macrophomina phaseolina* peuvent atteindre de 80 à 100% (Díaz-Díaz *et al.*, 2022). La gestion de la pourriture charbonneuse peut être effectuée par l'utilisation de variétés résistantes et la mise en œuvre de la lutte biologique, impliquant notamment la microflore rhizosphérique, notamment des espèces bactériennes telles que *Bacillus* spp (Yolani *et al.*, 2021).



Photo 5. Symptômes de *Macrophomina phaseolina* sur le haricot vert
www.forestryimages.org

2.6 Pourriture Pythienne des Racines

La Pourriture Pythienne des racines est une maladie fongique occasionnée par un champignon du genre *Pythium*, faisant partie de la famille des Pythiaceae et de l'ordre des Pythiales. Le champignon en question, *Pythium ultimum* var. *ultimum*, est responsable de la fonte des semis et peut affecter soit les racines, soit la partie de la tige proche du niveau du sol ou du substrat, entraînant un phénomène d'étranglement (Photo 6). Les différentes espèces de *Pythium* se développent dans des conditions édaphiques variées, nécessitant des paramètres spécifiques de développement tels que des températures chaudes comprises entre 25 et 36°C, ainsi qu'un sol maintenu humide. En cas de conditions favorables, la pourriture pythienne peut entraîner des pertes de rendement atteignant jusqu'à 100% sur les variétés sensibles (Abawi et Corrales, 1990). La maîtrise de l'agent pathogène responsable de la pourriture pythienne peut être assurée par l'emploi de variétés résistantes (Nzungize *et al.*, 2011), l'utilisation de produits chimiques, ainsi que le recours à des agents de lutte biologique tels que *Trichoderma spp.* et *Gliocladium spp.*



Photo 6. Symptômes de l'inoculation de *Pythium* sur les racines ; **A:** racines de haricot vert avec symptômes **B:** racines de haricot vert sans Symptômes (Nzungize *et al.*, 2011)

2.7 Fusariose vasculaire

La fusariose vasculaire constitue une maladie cryptogamique spécifique aux haricots, attribuable au champignon *Fusarium oxysporum* f. sp.

phaseoli. Les symptômes de cette maladie se manifestent sur l'ensemble des organes de la plante. Initialement, sur les feuilles, la fusariose vasculaire se traduit par un discret jaunissement des feuilles basales, suivi d'une sénescence prématurée (Photo 7). Le jaunissement progresse ensuite vers les autres feuilles à mesure que la maladie se propage dans le système vasculaire des racines et du collet. Ce processus aboutit à la nécrose du feuillage, qui prend une teinte allant du beige au brun. Au niveau de la tige, du collet, et des racines, le système vasculaire acquiert une coloration rougeâtre à brunâtre. Les plantes infectées présentent ultérieurement un ralentissement de la croissance, un flétrissement, et parfois des cas de mortalité. *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* peut entraîner des réductions de rendement allant jusqu'à 80% (Schwartz *et al.*, 2005). Le contrôle du pathogène responsable de la fusariose vasculaire peut être assuré par l'utilisation de semences issues de variétés résistantes, l'application de biopesticides (Kouamé *et al.*, 2021), et l'emploi d'agents de contrôle biologique.



Photo 7. Symptômes de la fusariose vasculaire sur le haricot vert www.greenlife.co.ke

2.8 *Tache angulaire*

L'agent causal de la tache angulaire est *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) (syn : *Pseudocercospora griseola*), un champignon largement répandu dans les zones tropicales où l'on cultive des haricots communs. L'infection se manifeste par la formation de lésions sous forme de taches brunes, marron clair, ou argentées sur l'ensemble de la partie aérienne de la plante, notamment les feuilles, les pétioles, les tiges, et les gousses (Photo 8). Cette infection fongique est reconnue comme une maladie grave affectant les haricots dans de nombreuses régions. *Phaeoisariopsis griseola* peut infecter divers types de haricots, tels que les haricots communs, les haricots de Lima, les haricots d'Espagne, les haricots mungo, les haricots à œil noir, et même les pois. Une infection par ce champignon peut entraîner d'importantes pertes de rendement, pouvant atteindre jusqu'à 80% dans les pays tropicaux et subtropicaux (Muthomi *et al.*, 2011). La gestion de *Phaeoisariopsis griseola* peut être assurée par l'utilisation de semences provenant de variétés résistantes, et

l'application de fongicides peut contrôler efficacement la tache angulaire (Paparú *et al.*, 2014).



Photo 8. Symptômes de *Phaeoisariopsis griseola* sur *Phaseolus vulgaris*
www.apps.lucidcentral.org

2.9 *Oïdium américain*

L'oïdium américain, l'une des maladies fongiques les plus fréquentes touchant divers types de haricots, est provoqué par le pathogène *Erysiphe polygona*. Cette maladie peut affecter toutes les parties aériennes des plantes de haricots. Les premiers symptômes se manifestent par de petites taches blanches ou grisâtres sur la face supérieure des feuilles. Dans des cas d'infection sévère, les feuilles affectées peuvent progressivement se déformer vers le bas, mourir, et finalement tomber (Photo 9) (Schwartz *et al.*, 2005). Toutefois, des taches d'oïdium peuvent également apparaître sur les gousses de haricots mange-tout. Les conditions environnementales optimales pour le développement de l'oïdium sont généralement des températures modérées (15°C à 27°C) et des conditions ombragées. Bien que l'agent pathogène ne soit rarement responsable de dommages majeurs, certaines variétés peuvent subir des pertes de rendement significatives, allant jusqu'à 69% (Schwartz *et al.*, 2005). La gestion de l'oïdium peut être réalisée en mettant en œuvre plusieurs mesures prophylactiques, notamment la culture de variétés résistantes en plein soleil. Par ailleurs, l'adoption de bonnes pratiques culturales et l'application de fongicides peuvent être des approches efficaces pour prévenir, protéger, ou éradiquer l'oïdium.



Photo 9. Symptômes de l'oïdium sur le haricot vert www.growveg.com

2.10 Rouille

La rouille est une maladie fongique attribuable au champignon basidiomycète *Uromyces appendiculatus*, un parasite obligatoire d'une grande virulence et largement répandu, affectant diverses variétés de haricots en ciblant leurs feuilles et leurs gousses. Les symptômes caractéristiques de la rouille se manifestent par de petites pustules blanchâtres, arrondies, mesurant entre 0,25 et 1 mm de diamètre, présentes des deux côtés du limbe, sur les pétioles et sur les gousses. *Uromyces appendiculatus* cible une gamme étendue de plantes. Les conditions optimales pour le développement du pathogène comprennent des zones fraîches avec des températures modérées, oscillant entre 17°C et 22°C, alternant avec une humidité élevée dépassant 95% (Khouader *et al.*, 2013). Cette maladie peut entraîner des pertes de rendement dépassant 50% chez le haricot commun, mais lorsque les conditions sont particulièrement propices au développement de la maladie, les pertes de rendement peuvent atteindre 100% (Acevedo *et al.*, 2013). La gestion de la rouille peut être effectuée par l'utilisation de cultivars résistants. *Trichoderma asperellum* est également employé dans des stratégies de lutte biologique contre *Uromyces appendiculatus* (CruzTriana *et al.*, 2018).



Photo 10. Symptômes d'*Uromyces appendiculatus* sur haricot vert www.invasive.org

2.11 La pourriture de *Choanephora*

La pourriture de *Choanephora* est une maladie fongique attribuable au champignon *Choanephora cucurbitarum*, engendrant des nécroses sur les feuilles et les gousses (Photo 11). Pendant la phase de fructification, des têtes d'épingle noires se forment sur les gousses. *Choanephora cucurbitarum* est un champignon opportuniste, fréquemment observé sur des organes blessés, excessivement mûrs, ou floraux (Berton, 2019). Les mesures prophylactiques contre ce champignon incluent l'évitement de l'irrigation par aspersion en fin de journée, l'élimination des fleurs et des fruits pourris pendant la culture, l'orientation des rangs selon la direction des vents dominants, et le maintien d'un espacement adéquat entre les plantes pour favoriser une ventilation optimale dans la parcelle (Berton, 2019).



Photo 11. Symptôme de *Choanephora cucurbitarum* sur haricot vert (Berton, 2019).

2.12 *Lésions à Myrothecium*

La lésion à *Myrothecium* est une maladie cryptogamique causée par le champignon *Myrothecium roridum* Tode (1790). En tant que parasite facultatif et polyphage, *M. roridum* peut induire des symptômes sur les feuilles, les tiges, et les fruits. Sur les feuilles, les symptômes se manifestent sous la forme de taches concentriques brunes à foncées qui fusionnent. Sur les tiges, des lésions plus ou moins cancéreuses peuvent se former. Des altérations surviennent sur les fruits avant et après la récolte (Photo 12). Sur les parties affectées, *M. roridum* produit des masses discrètes grisâtres à noires (sporodochies). Le champignon peut persister dans le sol sous forme saprophyte sur la matière organique. La conservation et la dissémination de *M. roridum* se font via les graines. Son développement est favorisé par des conditions climatiques chaudes et humides, avec une germination optimale de ses conidies à 28°C (Blancard, 2021). Pour contrer *M. roridum*, il est recommandé d'utiliser des semences saines ou de les désinfecter. L'élimination des plantes et des fruits malades, ainsi que des débris végétaux, est essentielle. Des traitements fongicides sont préconisés pendant la période de floraison (Blancard, 2021).



Photo 12. Symptôme de *Myrothecium roridum* sur haricot vert (Berton, 2019)

2.13 *Pourriture noire des racines*

Berkeleyomyces basicola (Berkeley & Broome) (syn. *Thielaviopsis basicola* [Berk. & Br.] Ferraris) (syn. *Chalara elegans*) est un champignon Ascomycète appartenant à la famille des Ceratocystidaceae. Il affecte divers hôtes, en particulier les plantes ornementales telles que le bégonia, le cyclamen, le fuchsia, la gerbera, la pensée, le poinsettia, ainsi que des légumes tels que la carotte, le concombre, le haricot, le pois, et la tomate. Les symptômes incluent le jaunissement, la défoliation, le rabougrissement, et le flétrissement des feuilles (Photo 13). Au niveau du collet, des fissures longitudinales noires, un gonflement, et une pourriture noire sont observés. Les racines présentent de petites lésions rouges à brunes formant des zones irrégulières de 3 à 20 mm de diamètre, réparties de manière aléatoire sur l'épiderme, évoluant ensuite vers une coloration noire. Le champignon *Thielaviopsis basicola* survit pendant plusieurs années dans les sols ou les résidus de culture sous forme de chlamydospores, avec une germination optimale à 25°C et dans un sol ayant un pH compris entre 5,0 et 8,5 (Lessard & Tousignant, 2021). Des mesures prophylactiques rigoureuses doivent être mises en œuvre pour prévenir son développement. Pour la production en serre, il est essentiel d'acquérir du matériel végétal sain, d'éviter la réutilisation du matériel contaminé, de prévenir le stress hydrique, la fertilisation excessive, et les basses températures du sol. Le maintien du pH du sol à 5,6, l'élimination et la destruction du matériel infecté, la stérilisation de l'équipement, et le contrôle des insectes sont également recommandés (Lessard & Tousignant, 2021).



Photo 13. Symptôme de *Chalara elegans* sur haricot vert www.iiriphyto.com

2.14 *Corynesporiose*

La Corynesporiose est une maladie fongique engendrée par le champignon *Corynespora cassiicola*, largement répandu à l'échelle mondiale. Ce champignon, très polyphage, est identifié sur des Cucurbitaceae dans de nombreux pays tropicaux ou subtropicaux humides, avec une fréquence plus élevée sur le melon, bien que ses dommages soient moindres dans ce cas. *Corynespora cassiicola* peut persister de manière prolongée sur des débris végétaux, survivant pendant plus de deux ans. Les symptômes de *Corynespora cassiicola* se manifestent par des taches chlorotiques, plus ou moins délimitées

par les nervures, sur le limbe des feuilles matures (Photo 14). Ces taches s'étendent, prennent une forme circulaire, et évoluent rapidement pour adopter une teinte brun clair au centre et plus foncée à la périphérie. Des pluies abondantes, des périodes prolongées d'humidité, et des températures variant de 24 à 31°C, avec un optimum autour de 28°C, favorisent le développement du champignon (Blancard, 2021). La gestion de la corynesporiose implique l'application de mesures prophylactiques. Il est recommandé de pratiquer des rotations culturales étendues avec des cultures non sensibles, d'éviter de nouvelles plantations à proximité de cultures affectées ou sensibles, et d'éliminer les vieilles feuilles malades au moment de la récolte, sans les laisser sur le sol (Blancard, 2021).



Photo 14. Symptômes de *Corynespora cassicola* sur le haricot vert (Berton, 2019)

2.15 Cercosporiose

La cercosporiose est une maladie fongique provoquée par le champignon *Cercospora* sp. Elle se caractérise par des taches nécrotiques circulaires, entourées d'un halo jaune, sur les feuilles (Photo 15). Ces lésions présentent un aspect rouillé sur la face supérieure du feuillage et se manifestent comme des zones nécrotiques sombres sur la face inférieure. De plus, la sporulation du champignon est souvent clairement observable sous le feuillage des haricots (Berton, 2019). Les champs gravement touchés par cette maladie peuvent subir des pertes de rendement pouvant atteindre jusqu'à 50 % (Pande *et al.*, 2009). Des mesures prophylactiques sont préconisées, telles que l'évitement de l'irrigation par aspersion, surtout en fin de journée, l'utilisation de semences saines, l'élimination des feuilles des plantes infectées, et la promotion d'une ventilation adéquate dans le champ grâce à un espacement optimal entre les plantes (Berton, 2019).



Photo 15.Tache foliaire de *Cercospora* sp. sur haricots longs (Berton, 2019)

2.16 Sclérotiniose

La sclérotiniose est une maladie fongique causée par le champignon *Sclerotinia sclerotiorum*. Elle se caractérise par des taches humides, molles, et irrégulières qui s'agrandissent rapidement dans des conditions fraîches et humides, conduisant à une pourriture sèche blanchâtre avec de larges cercles concentriques (Photo 16). Une plage de température entre 4 et 29°C, avec une température optimale située entre 20 et 24°C, favorise le développement de ces lésions. Dans des conditions favorables, l'agent causal de la sclérotiniose peut entraîner une réduction du rendement pouvant atteindre jusqu'à 100% (Ploper *et al.*, 2016). La gestion de la sclérotiniose peut être réalisée en suivant des mesures prophylactiques telles que le maintien d'un bon drainage du sol, une densité de semis modérée, une fertilisation azotée raisonnable, le contrôle des mauvaises herbes qui retiennent l'humidité, et l'alternance avec des cultures non hôtes. L'utilisation de semences résistantes et l'application de l'agent de lutte biologique *Streptomyces* spp sont également recommandées (Gebily *et al.*, 2021).



Photo 16. Plante attequée par *S. sclerotiorum* www.panprama-agro.com

2.17 Ascochytose

L'ascochytose est une maladie fongique provoquée par *Ascochyta phaseolarum*. Elle se caractérise par des lésions noires et concentriques d'un

diamètre de 1 à 3 cm (Photo 17). Cette maladie se manifeste généralement aux premiers stades de développement des gousses et s'intensifie à mesure qu'elles mûrissent (Liu *et al.*, 2016). Le champignon a la capacité de se propager de manière systémique dans la plante. Des variations de température comprises entre 16 et 24°C, associées à une humidité élevée, sont des conditions propices au développement de ce champignon. Les pertes de rendement peuvent atteindre jusqu'à 75 % (Schwartz *et al.*, 1981). La gestion de l'Ascochyte nécessite une approche intégrée combinant des méthodes culturales, chimiques et biologiques (Buruchara, 2006). Cependant, l'utilisation de variétés résistantes demeure une stratégie de gestion particulièrement efficace contre cette maladie.



Photo 17. Taches des Ascochyta sur le haricot (Koder, 2022) ; (A) Anneaux concentriques sur une marge sombre sur les feuilles de haricot montrant des anneaux concentriques avec une marge sombre, (B) Tache sur des gousses de haricot.

2.18 *Taches farineuses*

Les taches farineuses représentent une maladie fongique causée par *Mycovellosiella phaseoli* (syn. *Ramularia phaseoli*). Elle se caractérise par des taches jaunes diffuses qui peuvent évoluer en nécroses brunâtres et irrégulières sur la face supérieure des feuilles (Photo 18). Ces lésions se distinguent par un duvet blanc abondant recouvrant leur surface inférieure, constituant les fructifications du champignon et conférant à la maladie un aspect farineux caractéristique. Actuellement, peu d'informations sont disponibles sur l'épidémiologie et la survie du champignon responsable de cette maladie, bien que sa dissémination soit favorisée par le vent. Les zones d'altitude intermédiaire, situées entre 1 000 et 1 400 mètres, sont propices au développement de cette maladie. Les mesures de lutte contre cette maladie ne sont pas encore clairement définies, mais l'utilisation de variétés résistantes adaptées aux conditions écologiques des zones endémiques est recommandée. Des produits chimiques tels que le bénomyl (500 g m.a./ha), le thiophanateméthyl (500 g m.a./ha) et le mancozèbe (2 000 g m.a./ha) ont démontré une protection efficace. De plus, des pratiques prophylactiques telles que l'élimination des plantules issues de graines germées hors saison et la

sélection de graines saines au moment du semis peuvent être mises en œuvre (Milognon *et al.*, 2020).



Photo 18. Symptôme de *Mycovellosiella phaseoli* sur la feuille d'un haricot vert
www.forestryimages.org

2.19 *Alternariose*

L'alternariose représente une maladie fongique majeure affectant les haricots verts, causée par le champignon *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler. Cette maladie est répandue dans les régions tempérées, tropicales et subtropicales (Govardhani *et al.*, 2022). Les symptômes initiaux de la maladie se manifestent par de petites lésions brunes irrégulières qui évoluent en vastes zones nécrotiques (Photo 19). La gestion d'*Alternaria alternata* implique diverses stratégies de lutte, comprenant des méthodes chimiques et biologiques, des pratiques agricoles, ainsi que l'utilisation de variétés résistantes. Parmi ces stratégies, l'application de *Trichoderma* spp. et de *Bacillus subtilis* se distingue comme une approche prometteuse dans le domaine de la lutte biologique (Govardhani *et al.*, 2022).



Photo 19. Symptômes d'*Alternaria alternata* sur une feuille et une gousse de haricot vert
www.growingproduccom

2.20 *Pourriture grise*

Botrytis cinerea Pers. est un champignon ubiquiste et polyphage appartenant à la famille des Moniliaceae, causant la pourriture grise. Il peut

infecter plus de 230 espèces végétales, notamment des cultures cruciales en serre et en plein champ, telles que les pommes, les tomates, les fraises et les haricots verts (Zhang *et al.*, 2015). *B. cinerea* engendre d'importantes pertes économiques pour les haricots verts, tant au cours des périodes de croissance que lors du stockage et du transport. Les symptômes de la pourriture grise se caractérisent par des lésions grises gorgées d'eau, accompagnées d'un mycélium blanc à grisâtre sur les feuilles et les gousses (Photo 20). La gestion de la pourriture grise peut être assurée par l'usage de fongicides ou par l'introduction d'agents de lutte biologique tels que *Trichoderma harzianum* (Zhang *et al.*, 2015).



Photo 20. Symptômes de *B. cinerea* sur les feuilles de haricot vert (Nyabyenda *et al.*, 2005)

Discussion

Le haricot vert (*Phaseolus vulgaris*), une légumineuse à graines, est exposé à diverses contraintes, notamment les maladies, comme d'autres légumineuses. Notre revue révèle que plusieurs groupes d'agents phytopathogènes affectent le haricot vert, principalement des champignons (Meziadi *et al.*, 2016 ; Martins *et al.*, 2018), des bactéries (Djeugap *et al.*, 2014 ; Mbeugang *et al.*, 2017), et des virus (Mwaipopo *et al.*, 2018). Près d'une vingtaine de pathogènes fongiques ont été identifiés sur cette culture, dont la plupart sont également présents sur d'autres légumineuses telles que le pois antaqua (*Lablab purpureus* L.) (Khan *et al.*, 2020 ; Ema *et al.*, 2022), l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) (Adhilakshmi *et al.*, 2013), la fève (*Vicia faba* L.), et le pois (*Pisum sativum*) (Bougoufa et Guendouzi, 2018).

Ces pathogènes fongiques se manifestent de manière variée sur les plants de haricot, induisant des lésions de formes diverses affectant tous les organes de la plante, telles que des tâches, stries, nécroses, brûlures, pourritures, flétrissures, jaunissements, rabougrissements, défoliations, et chloroses. Une diversité similaire de symptômes a été observée sur d'autres légumineuses telles que *Vigna unguiculata* (Alves *et al.*, 2019), *Lablab purpureus* L. (Khan *et al.*, 2020 ; Ema *et al.*, 2022), *Vicia faba* L., et *Pisum sativum* (Bougoufa et Guendouzi, 2018).

La revue souligne que les maladies fongiques constituent la principale catégorie de maladies affectant le haricot vert, une constatation similaire à

celle de Boussaber *et al.*, 2012, qui indiquent que 83 % des maladies des plantes sont attribuables aux champignons. Des mesures prophylactiques, telles que des pratiques culturales appropriées (densité des semis, écartement entre les plants, drainage du sol), l'utilisation raisonnée de fertilisants et de semences de qualité, peuvent être mises en place pour prévenir ces maladies. En ce qui concerne la gestion des maladies, des approches génétiques, telles que la production de semences résistantes, des méthodes biologiques utilisant des extraits végétaux et des agents biologiques (rhizobactéries, Trichoderma), ainsi que des méthodes chimiques impliquant l'utilisation de composés chimiques (acide salicylique, bénomyl, thiophanate-méthyl), ont été identifiées. Ces stratégies de prévention et de lutte sont également observées dans la gestion des affections fongiques sur d'autres cultures telles que le niébé (Rabo *et al.*, 2021 ; Mahomed *et al.*, 2022), le pommier (Lahlali *et al.*, 2021), et les cultures maraîchères (Fangue-Yapseu *et al.*, 2023).

Conclusion

Le haricot vert (*Phaseolus vulgaris*), en dépit de son importance nutritionnelle, économique, et agronomique, demeure vulnérable à de multiples attaques d'agents phytopathogènes. Il est la cible d'une vingtaine de champignons pathogènes, lesquels, dans des conditions de développement idéales, induisent des niveaux de sévérité variables mais significatifs, impactant le rendement de la culture. La mise en œuvre de bonnes pratiques agricoles, comprenant le travail du sol, l'élimination des résidus de culture, l'utilisation de variétés résistantes, le traitement des semences, ainsi que le respect de la densité et de l'espacement entre les plantes, permet d'éviter certaines maladies au sein des parcelles cultivées et prévient l'introduction d'agents pathogènes virulents.

En cas d'infection des plantes, l'emploi d'extraits de plantes, de bactéries, et de champignons, tels que les rhizobactéries et le Trichoderma respectivement, contribue à atténuer la sévérité de ces pathogènes. La lutte chimique, via l'utilisation de produits chimiques, et la lutte génétique, à travers la sélection et la création de variétés résistantes, s'avèrent être des stratégies efficaces pour réduire la pression parasitaire sur les plantes et préserver les cultures contre les pertes économiques occasionnées.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Abawi G.S. & Pastor-Corrales M.A. (1990). Root rot of beans in Latin America and Africa: Diagnosis, research methodologies and management strategies. Cali, Colombia, CIAT.
2. Acevedo M., Steadman J.R. & Rosas J.C. (2013). *Uromyces appendiculatus* in Honduras: pathogen diversity and screening for host resistance. *Plant Dis.* 97: 652-661.
3. Akoègninou A., Van der Burg W.J., & Van der Maesen L.J.G. (2006.) Analytical Flora of Benin, Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands.
4. Berton A. (2019). Integrated bean protection in French Guiana Chambre d'agriculture de Guyane 1, avenue des Jardins de Sainte-Agathe 97355, <https://bsvguyane.files.wordpress.com/2019/12/pi-haricot.pdf>
5. Matthew W. Blair., C. Astudillo, M. A. Grusak, R. Graham Æ S. E. Beebe (2009). Inheritance of seed iron and zinc concentrations in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), *Mol Breeding* (2009) 23:197-207 doi.org/10.1007/s11032-008-9225-z
6. Boat M.A.B., Sameza M.L., Iacomini B., Tchameni S.N., & Fabrice Fekam Boyom F.F. (2019). Screening, identification and evaluation of *Trichoderma* spp. for biocontrol potential of common bean damping-off pathogens, *Biocontrol Science and Technology*, doi.org/10.1080/09583157.2019.1700909.
7. Broughton, W.J. (2003). Roses by Other Names: Taxonomy of the *Rhizobiaceae* .*Journal of Bacteriology*. 185: 2975-79.
8. Chávez-García W.R., Mera-Vera., F.N., Portalanza D., & Garcés-Fiallos F.R. (2022).
9. Temporal progress of web blight in three common bean genotypes on the central coast of Ecuador. *Revis Bionatura* 2022;7(1). 35. doi.org/10.21931/RB/2022.07.01.35
10. Cruz-Triana A., Rivero-González D., Infante-Martínez D., Echevarría-Hernández A., & Martínez-Coca B. (2018). Management of phytopathogenic fungi in *Phaseolus vulgaris* L. with the application of *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckfeldt & Nirenberg, *Revista de Protección Vegetal*, Vol. 33, No. 3, E-ISSN : 2224-4697.
11. Blancard D. (2009). *Tomato diseases: Observe Identify Fight*. INRA. Paris. 679p.
12. Blancard D. (2021). *Paramyrothecium roridum* (Tode) L. Lombard & Crous (syn. *Myrothecium roridum* Tode). <http://ephytia.inra.fr/fr/C/23057/Tropileg-Lesions-aMyrothecium-M-roridum>
13. Bougoufa S., & Guendouzi N. (2018). Inventory of fungal diseases of leguminous plants: broad bean (*Vicia faba* L.) and pea (*Pisum*

- sativum*), Master thesis, Applied Microbiology, University of Larbi Ben Mhidi Oum Bouaghi, <http://bib.univ-oeb.dz:8080/jspui/browse?type=author&value=Guendouzi%2C+Nesine>
14. Boussaber E., Kadmiri I.M., Hilali L., & Hilali A. (2012). Isolation of actinomycetes strains producing antifungal substances. ScienceLib Editions Mersenn. 4: 2111-4706.
 15. Brou Alain Ahonon, Hamidou Traore & Joseph Ipou Ipou (2018). Major weeds in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivation in the Moronou Region of east-central Côte d'Ivoire, Int. J. Biol. Chem. Sci. 12(1): 310-321, International Formulae Group. All rights reserved. doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.25
 16. Buruchara R.A. (2006). Background information on common beans (*Phaseolus vulgaris* L). Biotechnology, breeding and seed systems for African Crops. The Rockefeller Foundation, Nairibi, Kenya.
 17. Celmeli T., Sari H., Canci H., Sari D., Adak A., Eker T., & Toker C. (2018). The nutritional content of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces in comparison to modern varieties. Agronomy 166:1-9
 18. Degu T., Yaregal W., & Gudisa T. (2020). Status of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Diseases in Metekel Zone, North West Ethiopia. J Plant Pathol Microbiol 11:494. doi.org/10.35248/21577471.20.11.494
 19. Deng D., Sun S., Wu W., Duan C., Wang Z., Zhang S., & Zhu Z. (2022). Identification of Causal Agent Inciting Powdery Mildew on Common Bean and Screening of Resistance Cultivars. Plants 2022, 11, 874. doi.org/10.3390/
 20. Ema I.J., Marjia A.M., Ahasan U.K., Mohammad M. H.T., Faruk R.Md., Shofiul A.T. & Muhammad A. (2022). A Review on the Management of Country Bean (*Lablab purpureus* L.) Diseases in Bangladesh, The Journal of Agricultural Sciences - Sri Lanka Vol. 17, No 3, September 2022. Pp 388-415 doi.org/10.4038/jas.v17i3.992
 21. Ferreira L.V.M., de Carvalho F., Andrade J.F.C., Oliveira D.P., de Medeiros F.H.V., & de Souza M.F.M. (2020). Co-inoculation of selected endophytic rhizobacterial nodule strains with *Rhizobium tropici* promotes plant growth and controls seedling damping-off in common bean. Tomato Diseases: Observe Identify Control. Pedosphere. 30(1) : 98-108.
 22. Fangue-Yapseu G.Y., Ntapnze-Mouliom M.A., & Mouafo-Tchinda R.A. (2023). Pesticide use practices in lowland market gardening in the city of Yaoundé, Vertigo., the electronic journal of environmental sciences: doi.org/10.4000/vertigo.37501

23. Gebily D.A.S., Gamal A.M., Ghanem M.M., Ragab A.M., Ali N. K., & Soliman T., Abd El-Moity H. (2021). Characterization and potential antifungal activities of three *Streptomyces spp*, as biocontrol agents against *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary infecting green bean, *Journal of Biological Pest Control* 31:33 doi.org/10.1186/s41938-021-00373-x
24. Godderis W, (1995). La culture du haricot au Burundi, AGCD (Administration Générale de la Coopération au Développement). Bruxelles, Belgique 169p
25. Govardhani P., Tiwari S., Supriya V., & Patthi Lakshmi Sindu P.L. (2022). Efficacy of Selected Bioagents against Alternaria Leaf Spot of French Bean (*Phaseolous vulgaris L.*), *International Journal of Plant & Soil Science* 34(20): 458-463. doi:10.9734/IJPSS/2022/v34i2031176
26. Hassane H., (2008). Répertoire des espèces végétales les plus couramment utilisées en pharmacopée traditionnelle et impact des techniques de prélèvement sur la diversité biologique dans la réserve de Biosphère du W au Niger, Mémoire de DEA, Université Abdou Moumouni p81
27. Iqbal M., Sumera N., Khan S.N., Farooq S., Mohy-Ud-Din G., Idrees M., Saira Mehboob, & Riaz H.M. (2021). Optimization of culture conditions for mycelial growth and sporulation of *Myrothecium roridum*, *Int. J. Phytopathol.* 10 (01) 2021. 01-07 doi.org/10.33687/phytopath.010.01.3415
28. Kambou Donkora (2019). Évaluation des performances techniques de l'irrigation au Burkina Faso, Thèse de Doctorat, Université de Liège - Gembloux Agro - Bio Tech, <https://orbi.uliege.be/handle/2268/241805>
29. Khouader M., Benkirane R., Touhami A.O., & Douira A. (2013). Study of some pucciniales linked to plants cultivated in Morocco. *Journal of Applied Biosciences.* 72 : 58695882
30. Koder S.B., Nawale R., Abhishek, Katyayani, K.K.S., Rana, M. & Srivastava S. (2022). Symptoms, biology and management of ascochytiopsis (*Phoma exigua*) of beans: A Review. *Agricultural Science Digest* : 1-9.
31. Kouame K.G., Kouame K.D., Coulibaly L.F., Tuo S., Dongo R.F.K., Yao K.J., & Kone D. (2021). Evaluation of the effect of the biopesticides Astoun 50 Ec and Nostag 50 Ec on the pathogen Fusarium Wilt (*Fusarium sp.*) and on certain agro-morphological parameters of common bean. (*Phaseolus vulgaris L.*), *Haya : The Saudi Journal of Life Sciences*, 6 (12) : 320-328, doi:10.36348/sjls.2021.v06i12.005

32. Kwon J.H., Kim J.W., Lee Y.H., & Shim, H.S. (2012). Sclerotium rot of sponge gourd caused by *Sclerotium rolfsii*. Res. Plant Dis. 18 : 54-56. (En coréen)
33. Lahlali R., Boulif M., & Moinina A (2021). Pratiques phytosanitaires des pomiculteurs : cas de la région Fès-Meknès. Rev. Mar. Sci. Agron. Vét. (9)2 (Juin 2021): 151-157
34. Lessard J., & Tousignant M.E. (2021). *Berkeleyomyces basicola* or Thielaviopsis data sheet basicol, www.agrireseau.net/rap/documents?s=3167&page=1
35. Mahomed T., Zida P.E., Sawadogo I., Soalla W.R., & Nébié H.Ch.R. (2022). Fungicidal efficacy of three essential oil-based biopesticides on the main fungi associated with cowpea seeds in Burkina Faso, J. Soc. Ouest-Afr. Chim. (2022), 051 38 - 44, <http://www.soachim.org>
36. Martins SA., Schurt DA., Seabra SS, Martins SJ., Ramalho MAP, De Souza Moreira FM., da Silva JCP., da Silva JAG & de Medeiros FHV (2018). Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) growth promotion and biocontrol by rhizobacteria under Rhizoctonia solani suppressive and conducive soils. Appl Soil Ecol 127:129-13
37. Mbeugang D.L., Mbong G.A., & Ngueguim M. (2017). Effect of angular leaf spot disease on the yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties at Fombot in the west, Agronomie Africaine 29 (2) : 197 - 206.
38. Meziadi C., Richard M.M.S., Derquennes A., Thureau V., Blanchet S., Gratias A., Pflieger S., & Geffroy V. (2016). Development of molecular markers linked to disease resistance genes in common bean based on whole genome sequence. Plant Sci 242:351-357
39. Milognon H.W., Missihoun A.A., AGBO R.I., Assogbadjo A.E., & Agbangla C. (2020).
40. Connaissances endogènes et contraintes biotiques de production des haricots cultivés du genre *Phaseolus* au Centre et Sud Bénin (Afrique de l'Ouest), Journal of Applied Biosciences 145 : 14938 - 14954 doi.org/10.35759/JABs.v145.9
41. Mukankusi C., & Mugisha M. (2008). Improved resistance to Fusarium root rot [*Fusarium solani* (Mart) Sacc. f. sp. *Phaseoli* (Burkholder) W.C. Snyder & H.N. Hans] in common bean (*Phaseolus vulgaris*). [PhD thesis, University of KwaZulu-Natal, Pietermaritzburg, South Africa]. www.researchgate.net
42. Muthomi J.W., Muimui K.K & Kimani P.M. (2011). Inheritance of resistance to angular leaf spot of yellow bean. African Crop Science Journal;19 (4):267-275.
43. Mwaipopo B., Nchimbi-Msolla S., Njau P.J.R., Deogratus Mark D., & Mbanzibwa D.R. (2018). Comprehensive Surveys of Bean common

- mosaic virus and Bean common mosaic necrosis virus and Molecular Evidence for Occurrence of Other *Phaseolus vulgaris* Viruses in Tanzania, Plant Disease - 102:2361-2370 doi.org/10.1094/PDIS-01-18-0198-RE
44. Nyabyenda P. (2005). Plants grown in high altitude tropical regions of Africa. Ed.tec et Doc, Presses Agronomiques de Gembloux. p 38-42.
 45. Nzungize J., Gepts P., Buruchara R., Buah S., Ragama P., & Busogoro J.P., (2011). Pathogenic and molecular characterization of Pythium species inducing root rot symptoms of common bean in Rwanda, African Journal of Microbiology Research Vol. 5(10), pp. 11691181, <http://www.academicjournals.org/ajmr>
 46. Otsyula, R., Rubaihayo P., & Buruchara R. (2003). Inheritance of resistance to Pythium root rot in beans (*Phaseolus vulgaris*) genotypes. Afr. Crop Sci. Conf. Proc. 6, 295-298.
 47. Pabra. (2013). SDC Pabra report ; Jauary 2013 – Decembr 203. International Center for Tropical Agriculture (CIAT), Pan-African Bean Research Alliance, PABRA.Cali.CO.87p
 48. Pande S., Sharma M., Kumari S., Gaur P.M., Chen W., & Kaur L. (2009). Integrated foliar diseases management of legumes. International Conference on Grain Legumes: Quality Improvement, Value Addition and Trade, February. Indian Society of Pulses Research and Development, Indian Institute of Pulses Research, Kanpur, India.
 49. Paparu P., Katafiire M., Mcharo M., M. & Ugen M. (2014). Evaluation of fungicide application rates, spray schedules and alternative management options for rust and angular leaf spot of snap beans in Uganda, International Journal of Pest Management, 60:1, 82-89, doi.org/10.1080/09670874.2014.903445
 50. Paparu P., Acur A., Kato F., AcamC., Nakibuule J., Musoke S., Nkalubo S., & Mukankusi C. (2017). Prevalence and incidence of four common bean root rots in France Ouganda, Expl Agric. (2018), volume 54 (6), pp. 888-900 C Cambridge University Press 2017, doi.org/10.1017/S0014479717000461
 51. Ploper L.D., González V., Díaz C.G., & Vizgarra O. (2016). Enfermedades del poroto causadas por hongos, bacterias y agentes no infecciosos. In O. Vizgarra, C. Y. Espech. & L. D. Ploper, (Ed.), Manual técnico del cultivo del poroto para el Noroeste Argentino (p. 109-135). Las Lajitas, Tucumán, Argentine: EEAOC Press, C1
 52. Schneider K.A., Grafton K.E., & Kelly J.D. (2001). QTL analysis of resistance to FRR in beans. Crop Science 41:535-542.

53. Schwartz H.F., Correa F., Pineda P., Otoy M.M., & Katherman M.J. (1981). Dry bean yield losses caused by *Ascochyta*, angular, and white leaf spots in Colombia. *Plant Disease*, 65(6), 494-496.
54. Schwartz H.F., Steadman J.R., Hall R., & Forster R.L. (2005). *Compendium des maladies du haricot*. 2e édition. The American Phytopathology Society, pp 36-37
55. Sharma P., Sharma O., Padder B., Kapil R. (2008). Yield loss assessment in common bean due to anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) under sub temperate conditions of NorthWestern Himalayas. *Indian Phytopathology*, 61(3), 323.
56. Sidibe A., O. Sidibe, H. Diallo & N. P. Sanogo (2020). Etude du comportement de trois variétés de haricot vert (*Phaseolus vulgaris*) dans les conditions de culture à katibougou, Koulikoro, Mali, *Agronomie Africaine* 32 (3) : 365 - 373.
57. Snapp S., Rahmanian M., & Batello C. (2018). Pulses and sustainable farming in subSaharan Africa., under the direction of T. Calles. Rome, FAO 16-40.
58. Thiago L.P.O.S., Ana L.A.M., Fabio G.F., Everaldo G.B. (2008). Common bean - *Uromyces appendiculatus* pathosystem: Host resistance, pathogen specialization, and selection for rust resistance. *Pest technology*. 2: 56-69
59. Veinnot- Bourgin G. (1949). Parasitic fungi. Tome I, Masson et Cie ; 606p
60. Wortmann C.S. (2006). *Phaseolus vulgaris* L. – haricot sec. In : Brink, M., & Belay, G. (Editeurs), PROTA 1 : Cereals and pulses/Céréales et légumes secs. PROTA, Wageningen, Pays Bas 164-171.
61. Yolani J.B-A., Guadalupe A.M-R., Melina L-M., Ignacio E.M-M., Castro-Martinez C., de los A.C.R, Cordero-Ramirez J.D., Juan C. Martinez-Alvarez (2021). Evaluation of *Bacillus spp.* isolates as potential biocontrol agents against charcoal rot caused by *Macrophomina phaseolina* on common bean, *Journal of General Plant Pathology*, doi.org/10.1007/s10327-021-01019-4
62. Zhang S., Aaron J.P, Pernezny K., & R. T. McMillan Jr.R.T. (2022). *Alternaria* Leaf and Pod Spot of Snap Bean in Florida, PP-61, one of a series of the Plant Pathology Department, UF/IFAS Extension <http://edis.ifas.ufl.edu>.
63. Zhang Z., Qin G., & Li B. (2015). Effect of Cinnamic Acid for Controlling Gray Mold on Table Grape and Its Possible Mechanisms of Action. *Curr Microbiol* 71, 396-402 doi.org/10.1007/s00284-015-0863-1