



Evaluation du pouvoir pathogène de 42 isolats de *Fusarium* associés aux semences de sésame (*Sesamum indicum* L.) au Burkina Faso

Paul Dianyagou OUALI^{1,2*}, Elisabeth Pawindé ZIDA² et
Laure Marie Kuilpoko GUISSOU¹

¹Laboratoire Sciences de la Vie et de la Terre (LASVT), Université Norbert ZONGO, B.P. 376 Koudougou, Burkina Faso.

²Laboratoire de Phytopathologie et de Biotechnologie Végétale, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles/CNRST, 01 B.P. 476 Ouagadougou 01, Burkina Faso.

*Auteur correspondant ; E-mail: dianiaouali@yahoo.fr, Tél. : (+226) 70 03 09 38.

Received: 10-05-2024

Accepted: 26-06-2024

Published: 30-06-2024

RESUME

Communément associé aux plantes et causant la fusariose chez diverses cultures, *Fusarium* est fréquemment rencontré dans les semences de sésame au Burkina Faso. Près de 33% des semences produites et utilisées par les agriculteurs hébergent une ou plusieurs espèces de *Fusarium*. Toutefois, les espèces impliquées dans la fusariose sont peu connues. Pour évaluer le pouvoir pathogène de 42 isolats de *Fusarium* isolés des semences de sésame, des graines de sésame saines ont été disposées dans des bocaux contenant un milieu eau-agar, en plaçant un explant mycélien de chaque isolat au centre de chaque bocal et un fragment du milieu agar dans le bocal témoin. Chaque traitement ayant été répété quatre fois suivant un dispositif complètement randomisé, les bocaux ont été incubés à 30°C sous un éclairage alterné pendant 10 jours au terme desquels l'émergence, l'infection des plantules et la gravité de l'infection ont été évaluées. Deux isolats ont occasionné des taux d'émergence faibles de 85-90% contre 92,50-100% pour le témoin et les autres isolats. Les incidences les plus fortes (72,50-100%) ont été causées par huit isolats. Sur la base de la sévérité, 32 isolats ont été classés comme peu pathogènes ; 4 comme modérément pathogènes et 6 comme très pathogènes. Selon l'étude, les plus pathogènes appartenaient à *F. moniliforme*, *F. equiseti* et *F. oxysporum*.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Inoculation, pathogénicité, fusariose, plantules de sésame, incidence, sévérité.

Pathogenicity evaluation of 42 *Fusarium* isolates associated with sesame seeds (*Sesamum indicum* L.) in Burkina Faso

ABSTRACT

Commonly associated with plants and causing *Fusarium* wilt in various crops, *Fusarium* is frequently found in sesame seeds in Burkina Faso. Nearly 33% of seeds produced and used by farmers harbor one or more *Fusarium* species. However, the species involved in *Fusarium* wilt are little known. To assess the pathogenicity of 42 isolates from sesame seeds, healthy sesame seeds were placed in jars containing a water-agar medium, with a mycelial explant of each isolate in the center of each jar and a fragment of the agar medium in the control jar.

Each treatment having been repeated four times in a completely randomized set-up, the jars were incubated at 30°C under alternating light for 10 days, at the end of which the emergence and infection of seedlings and the severity of infection were assessed. Two isolates produced low emergence rates of 85-90%, compared with 92.50-100% for the control and other isolates. The highest incidences (72.50-100%) were caused by eight isolates. On the basis of severity, 32 isolates were classified as mildly pathogenic, 4 as moderately pathogenic and 6 as highly pathogenic. According to the study, the most pathogenic belonged to *F. moniliforme*, *F. equiseti* and *F. oxysporum*.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Inoculation, pathogenicity, *Fusarium* wilt, sesame seedlings, incidence, severity.

INTRODUCTION

La production du sésame est fortement croissante dans le monde à cause de son intérêt économique et alimentaire. Selon la FAO, entre 2017 et 2021, le volume de production du sésame a augmenté de 11%, passant de 5 715 200 T à 6 354 477 T (FAO, 2022). La spéculation est produite dans plusieurs régions du monde mais s'adapte mieux aux zones chaudes et moins humides. La culture est sujette aux attaques d'origines fongiques, bactériennes et virales. Des recherches réalisées dans plusieurs pays révèlent que les champignons sont les agents les plus destructeurs de la culture du sésame. Des récentes investigations menées au Burkina Faso sur des plantes et sur des lots de semences de sésame ont mis en évidence la présence de plusieurs espèces de *Fusarium* associées aux plantes et aux graines malades (Soalla et al., 2023 ; Ouali et al., 2023). Les travaux de Ouali et al. (2023) ont révélé que les échantillons de semences de sésame collectés auprès des producteurs étaient contaminés par *Fusarium* spp. avec des indices d'infection allant de 0,25 à 32,75%. Au Nigéria, des recherches effectuées sur les maladies du sésame, révèlent que celles causées par les champignons constituent des contraintes majeures tant dans la production que dans le stockage des graines (Mbah et Akueshi, 2000, 2001). Au Pakistan, la contamination du sésame par des champignons nuisibles constitue également une préoccupation majeure de l'agriculture (Ojiambo et al., 2003).

De nos jours, des chercheurs ont documenté l'impact des maladies fongiques telles que la fusariose, l'alternariose, la cercosporiose et la pourriture cendrée dans la

production du sésame. Parmi les maladies les plus redoutables pouvant entraîner des pertes de productions importantes, figure la fusariose causée par *Fusarium* spp. Selon Randy (2006), les espèces de *Fusarium* sont parmi les champignons telluriques les plus agressifs, responsables des flétrissements et des pourritures racinaires chez de nombreuses espèces végétales cultivées, entraînant des pertes de rendement important. Bien que ces espèces fusariennes attaquent plusieurs espèces végétales telles que le bananier (Kra et al., 2011), le palmier (Diabaté et al., 2013), le riz (Nikiéma et al., 2020), la tomate (Kintega et al., 2020), elles provoquent aussi des dégâts importants sur la culture du sésame. En Ouganda, le flétrissement fusarien est l'une des maladies qui dévastent la production de sésame. Son incidence est comprise entre 17,1 et 73,3% (Egonyu et al., 2005). El-Bramawy et al. (2009) révèlent que la maladie a été signalée comme causant des pertes de rendement allant de 50 à 100%. D'autres auteurs stipulent que l'infection par les espèces de *Fusarium* peut également entraîner l'accumulation de métabolites secondaires toxiques dans les graines, la fonte des semis et même la mort de la plante entière au moment de la floraison, et ainsi entraîner une baisse importante des rendements (Salleh et Mushitah, 1991, Farhan et al., 2010). L'agent pathogène se développe et produit des mycéliums qui bloquent l'approvisionnement en eau de la plante et par conséquent, l'apparition des symptômes de flétrissement (Elewa et al., 2011 ; Joshi, 2018).

Au Burkina Faso, rares sont les études qui ont décrit la pathogénicité des isolats de *Fusarium* sur le sésame. Aussi, la présente étude visait à évaluer le pouvoir pathogène de

plusieurs isolats de différentes espèces, précédemment isolés sur des lots de semences de sésame produites dans 15 localités du pays.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Matériel fongique

Un total de 42 isolats appartenant au genre *Fusarium* dont 16 appartiennent à *F. moniliforme*, 11 à *F. oxysporum*, 10 à *F. equiseti*, 2 à *Fusarium* sp., 2 à *F. solani* et 1 à *F. subglutinans*, précédemment isolés sur des semences de sésame produites au Burkina Faso, ont été évalués *in vitro* pour leur pouvoir pathogène. Le Tableau 1 présente les différents isolats de *Fusarium* utilisés avec leurs provenances. Les isolats ont été choisis sur la base des zones climatiques de provenance, de la vitesse de croissance mycélienne mais surtout sur la base des résultats de la PCR (isolats appartenant au genre *Fusarium*, en utilisant les amorces spécifiques EF1 et EF2).

Matériel végétal

Un échantillon de semences de sésame (TK13), collecté auprès des producteurs dans la commune de Kantchari a servi pour le test de pathogénicité. Les semences de cet échantillon étaient indemnes de toute contamination par le genre *Fusarium* lors de l'analyse sanitaire effectuée par Ouali et al. (2023).

Méthodes

Préparation des inocula et inoculation des semences

Le pouvoir pathogène des isolats a été évalué suivant la méthodologie décrite par Qureshi et al. (2003), avec quelques modifications. Cent millilitres (100 ml) de milieu eau-agar (p/v) à 2,0% ont été introduits aseptiquement dans un bocal stérile mesurant 70 mm de diamètre × 150 mm de hauteur. Un morceau de papier buvard stérile a ensuite été placé sur le milieu gélosé. Des graines de sésame ont été désinfectées à l'hypochlorite de sodium à 1% pendant 5 minutes et rincées trois fois avec de l'eau distillée stérile. Dix graines ont été disposées dans le bocal, le long de la bordure du milieu, à équidistance. Les isolats de *Fusarium* ont été au départ cultivés sur PDA dans des boîtes de Pétri. Ensuite, chaque pot

représentant un traitement, a été inoculé avec un explant de champignon de 10 mm de diamètre prélevé en bordure de la colonie de culture âgée de six jours, puis placé au centre du bocal. Le traitement témoin a consisté à placer un morceau de milieu agar simple au milieu du bocal. Chaque traitement a été répété quatre fois suivant un dispositif complètement randomisé. Les bocaux ont été incubés à 30°C sous éclairage alternatif pendant 10 jours et 1 ml d'eau distillée stérile a été déposé sur le papier buvard dans chaque bocal pour favoriser la germination des graines.

Evaluation des effets des isolats sur l'émergence des plantes, l'incidence et la gravité de la maladie

Les isolats de *Fusarium* ont été testés pour leurs effets sur l'émergence des plantules, l'infection des plantules et sur la sévérité d'attaque des plantules. L'évaluation de l'émergence a consisté à compter le nombre de plantules émergées par pot 10 Jours Après l'Inoculation (JAI). Le taux d'émergence a été calculé en faisant le rapport du nombre des plants levés au 10^{ème} JAI sur le nombre des graines semées, le tout multiplié par 100. L'incidence de la maladie a été évaluée en prenant en compte les graines non germées suite à l'inoculation, les plantes mortes et les plantes malades (plantes vivantes mais présentant des symptômes d'attaques) 10 JAI. Les paramètres mesurés ont porté sur le nombre de graines non germées, le nombre des plantes infectées et le nombre des plantes mortes. L'incidence de la maladie a été calculée en additionnant les effectifs de ces paramètres, puis en divisant par le nombre de graines semées et enfin en multipliant par 100.

La gravité de l'attaque a été déterminée 10 JAI en utilisant la clé d'évaluation de Qureshi et al. (2003) avec quelques modifications (Tableau 2, Figure 1). L'évaluation a consisté à affecter à chaque plante une note de sévérité de 0 à 5, suivant l'étendue de la zone racinaire brunie de la plantule ou l'étendue de la zone de pousse brunie de la plantule considérée ; la note maximale étant affectée aux plantes mortes et aux graines n'ayant pas germé. L'indice de gravité de la maladie a été calculé comme suit

: Indice de sévérité de la maladie = \sum (note de sévérité de la maladie (ni) \times nombre de plantes à chaque note de sévérité (xi)) / nombre total de graines semées.

Analyse statistique des données

Les données collectées ont été analysées au moyen du logiciel SAS (Statistical Analysis

System, 2001). Une analyse de variance suivie d'une comparaison de moyennes selon le test de Duncan au seuil de 5% a été effectuée sur les taux d'émergence des plantules, les taux d'incidences et les notes de sévérité de la maladie.

Tableau 1 : Isolats de *Fusarium* utilisés pour la pathogénicité.

N° d'ordre	Isolats	Espèces de <i>Fusarium</i>	Localité de collecte	Zones climatiques
1	Isolat 1	<i>F. moniliforme</i>	Douroula	Soudano-sahélienne
2	Isolat 2	<i>F. moniliforme</i>	Matiacoali	Soudano-sahélienne
3	Isolat 3	<i>F. moniliforme</i>	Kantchari	Soudano-sahélienne
4	Isolat 4	<i>F. moniliforme</i>	Ouargaye	Soudano-sahélienne
5	Isolat 5	<i>F. moniliforme</i>	Ouarkoye	Soudano-sahélienne
6	Isolat 6	<i>F. moniliforme</i>	Matiacoali	Soudano-sahélienne
7	Isolat 7	<i>F. moniliforme</i>	Gaongo	Soudano-sahélienne
8	Isolat 8	<i>F. equiseti</i>	Ouarkoye	Soudano-sahélienne
9	Isolat 9	<i>F. equiseti</i>	Matiacoali	Soudano-sahélienne
10	Isolat 10	<i>F. equiseti</i>	Douroula	Soudano-sahélienne
11	Isolat 11	<i>F. equiseti</i>	Bondokuy	Soudano-sahélienne
12	Isolat 12	<i>F. oxysporum</i>	Koupèla	Soudano-sahélienne
13	Isolat 13	<i>F. oxysporum</i>	Koupèla	Soudano-sahélienne
14	Isolat 14	<i>F. oxysporum</i>	Tenkodogo	Soudano-sahélienne
15	Isolat 15	<i>F. oxysporum</i>	Tenkodogo	Soudano-sahélienne
16	Isolat 16	<i>F. oxysporum</i>	Matiacoali	Soudano-sahélienne
17	Isolat 17	<i>F. oxysporum</i>	Ouargaye	Soudano-sahélienne
18	Isolat 18	<i>F. equiseti</i>	Ouargaye	Soudano-sahélienne
19	Isolat 19	<i>F. equiseti</i>	Douroula	Soudano-sahélienne
20	Isolat 20	<i>F. moniliforme</i>	Bondokuy	Soudano-sahélienne
21	Isolat 21	<i>Fusarium</i> sp.	Koupèla	Soudano-sahélienne
22	Isolat 22	<i>Fusarium</i> sp.	Ouarkoye	Soudano-sahélienne
23	Isolat 23	<i>F. subglutinans</i>	Tenkodogo	Soudano-sahélienne
24	Isolat 24	<i>F. moniliforme</i>	Matiacoali	Soudano-sahélienne
25	Isolat 25	<i>F. moniliforme</i>	Matiacoali	Soudano-sahélienne
26	Isolat 26	<i>F. equiseti</i>	Dori	Sahélienne
27	Isolat 27	<i>F. moniliforme</i>	Toussiana	Soudanienne

28	Isolat 28	<i>F. moniliforme</i>	Toussiana	Soudanienne
29	Isolat 29	<i>F. moniliforme</i>	Niangoloko	Soudanienne
30	Isolat 30	<i>F. moniliforme</i>	Fô	Soudanienne
31	Isolat 31	<i>F. moniliforme</i>	Niangoloko	Soudanienne
32	Isolat 32	<i>F. moniliforme</i>	Gomboro	Soudanienne
33	Isolat 33	<i>F. equiseti</i>	Niangoloko	Soudanienne
34	Isolat 34	<i>F. oxysporum</i>	Banfora	Soudanienne
35	Isolat 35	<i>F. equiseti</i>	Toussiana	Soudanienne
36	Isolat 36	<i>F. oxysporum</i>	Niangoloko	Soudanienne
37	Isolat 37	<i>F. oxysporum</i>	Gomboro	Soudanienne
38	Isolat 38	<i>F. oxysporum</i>	Niangoloko	Soudanienne
39	Isolat 39	<i>F. oxysporum</i>	Toussiana	Soudanienne
40	Isolat 40	<i>F. solani</i>	Toussiana	Soudanienne
41	Isolat 41	<i>F. solani</i>	Niangoloko	Soudanienne
42	Isolat 42	<i>F. equiseti</i>	Niangoloko	Soudanienne

Tableau 2 : Echelle d'estimation de la sévérité de la maladie.

Note de la maladie	Description du niveau d'attaque de la plantule
0	plantule saine
1	$r \leq 1/3$ (avec r = zone racinaire brunie de la plantule)
2	$1/3 < r \leq 2/3$
3	$2/3 < r \leq 1$
4	$r = 1, 0 < s \leq 1/2$ (s = zone de pousse brunie de la pousse de la plantule)
5	$r = 1, 1/2 < s \leq 1$ (y compris graine non germée ; plantule morte).



(a) *Fusarium oxysporum*, (b) *F. moniliforme*, (c) *Fusarium* sp., (d) *F. equiseti*, (e) Témoin

Figure 1 : Effets des isolats fongiques sur les graines et sur les plantules de sésame.

RESULTATS

Effets des différents isolats fongiques sur l'émergence des plantules, l'incidence et la sévérité de la maladie

Effets des isolats fongiques sur l'émergence des plantules

L'inoculation des semences de sésame avec les différents isolats de *Fusarium* a entraîné des taux d'émergence de plantules variables ($p=0,0007$) et occasionné des taux d'infection et des niveaux de gravité d'attaque variables sur les plantules ($p=0,0001$) (Tableau 3). La levée des plantules 10 JAI a été bonne dans l'ensemble avec un taux moyen d'émergence de 97,73%. Trente-quatre (34) isolats n'ont eu aucune influence sur l'émergence des plantules (97,50-100% de taux d'émergence) par rapport au témoin (100%). Par contre, deux isolats : Fsol_Isolat 40 et Fo_Isolat 15 ont occasionné des taux d'émergence significativement plus faibles (90% et 85%, respectivement) que le témoin (100%). Dans une moindre mesure, six isolats (Fm_Isolat 27, Fo_Isolat 37, Fo_Isolat 13, Fe_Isolat 35, Fo_Isolat 34, Fe_Isolat 26) ont également entraîné des taux d'émergence moins élevés (92,50-95%) que le témoin.

Effets des isolats fongiques sur l'incidence de la maladie sur les plantules

L'analyse statistique des données portant sur l'incidence (semences non germées + plantes malades vivantes + plantes mortes) a révélé des différences très significatives entre les isolats ($p=0,0001$). Le traitement témoin a enregistré un taux d'incidence nul (0%) (Tableau 3). Similairement, huit (8) isolats (Fe_Isolat 42, Fe_Isolat 9, Fo_Isolat 12, Fo_Isolat 39, Fe_Isolat 19, Fm_Isolat 1, Fsp_Isolat 22, Fm_Isolat 7) n'ont occasionné aucune infection sur les semences ou sur les plantes (0% d'incidence). Par contre, le reste des isolats, pouvant être regroupés en trois catégories, ont significativement affecté les semences et/ou les plantules à des degrés divers. En effet, le groupe 1, comprenant 10 isolats, a entraîné de très fortes incidences allant de 65 à 100%. Trois isolats de ce groupe

(Fm_Isolat 25, Fo_Isolat 38, Fe_Isolat 26) ont occasionné 100% d'incidences sur les plantes. Le second groupe est composé de cinq isolats ayant entraîné entre 35 et 37,50% d'incidences. Les isolats du groupe 3, au nombre de 19, ont induit des incidences relativement faibles comprises entre 2,5 et 32,50%. Les résultats ont montré que les plus forts taux d'infections sont attribuables aux isolats *F. oxysporum* (Fo_Isolat 38) (100%), de *F. moniliforme* (Fm_Isolat 25 et Fm_Isolat 24) (98-100%) et de *F. equiseti* (Fe_Isolat 26 et Fe_Isolat 35) (87,50-92,50%).

Effets des isolats fongiques sur la gravité de la maladie sur les plantules

En ce qui concerne, la gravité de l'infection des plantules les résultats ont également révélé des différences significatives entre les isolats ($p=0,0001$) (Tableau 3). Trois groupes ont été décelés par rapport au degré de virulence des isolats. Il s'agit du groupe I constitué de 31 isolats présentant des notes de sévérité faibles ($DI < 1,50$) dont huit (8) isolats de ce groupe, à l'image du témoin, ont eu une note de sévérité nulle (0); du groupe II comptant 5 isolats ayant présenté des notes de sévérité modérées ($1,50 \leq DSI < 3$); et du groupe III comportant six (6) isolats (Fe_Isolat 11, Fm_Isolat 25, Fo_Isolat 38, Fm_Isolat 29, Fe_Isolat 35, Fe_Isolat 26) ayant causé les attaques les plus sévères avec des notes de sévérité comprises entre 3,70 et 4,82, contre une note de 0 pour le témoin. Il faut noter que tous les isolats à fort pouvoir pathogène appartiennent à *F. oxysporum*, *F. moniliforme* et *F. equiseti* et dont les symptômes observés sur les plantes ont été illustrés dans la Figure 2. Ces isolats se sont démarqués des autres isolats avec une forte virulence sur les plantules.

Effets des isolats sur l'émergence des plantules, l'incidence et la sévérité de la maladie, suivant les espèces d'appartenance des isolats

Les résultats portant sur l'effet des isolats sur le taux d'émergence, l'incidence et la sévérité de la maladie, suivant l'espèce

d'appartenance des isolats présentés au Tableau 4, ont révélé des différences significatives entre les espèces de *Fusarium* pour ce qui concerne l'incidence ($p=0,044$) et la sévérité ($p=0,046$) de la maladie. Pour ces deux paramètres, seule *F. solani* a occasionné une incidence (40%) et une sévérité d'attaque (1,68) significativement supérieures au témoin (0% et 0, respectivement). Aucune différence significative n'a été constatée entre les espèces pour l'émergence des plantules, toutes les espèces de *Fusarium* ayant induit statistiquement les mêmes taux d'émergence des plantules (95-100%) que le témoin (100%).

Effets des isolats sur l'émergence des plantules, l'incidence et la sévérité de la maladie, suivant les localités de collecte des isolats

En fonction du site de collecte, le Tableau 5 présente les résultats du pouvoir pathogène des isolats de *Fusarium* sur l'émergence des plantules, l'infection des plantules et la sévérité de l'attaque. L'analyse statistique a révélé des différences significatives entre les effets des isolats d'une localité de collecte à l'autre pour ce qui concerne l'émergence ($p=0,0030$), l'incidence ($p=0,0001$) et la sévérité de l'attaque des plantules ($p=0,0001$).

Effets des isolats sur l'émergence des plantules

L'émergence des plantules a été globalement bonne quel que soit le site de collecte des isolats ayant servi à inoculer les semences. Néanmoins, les isolats ayant sensiblement impacté l'émergence des plantules ont été ceux provenant de Banfora et de Dori (92,50%), suivis de ceux de Tenkodogo, Toussiana, Gomboro, Fô et Koupéla (94,16-97,50%). En revanche, les isolats provenant de Bondokuy, Douroula,

Gaongo et Kantchari n'ont nullement affecté l'émergence des plantules (100% de taux d'émergence).

Effets des isolats sur l'incidence de la maladie sur les plantules

Le taux d'incidence le plus élevé a été observé avec l'isolat de Dori (100%) pendant que les incidences les plus faibles (0-2,5%) ont été notés avec les isolats de Douroula, Gaongo et Kantchari. Les isolats des autres localités ont induit des incidences modérées (12,50-44,64%).

Effets des isolats sur la sévérité de la maladie sur les plantules

En ce qui concerne la sévérité de l'attaque, les isolats provenant de Dori ont causé les infections les plus sévères avec une note de sévérité de 4,32 contre des notes comprises entre 0 et 1,85 pour les isolats des autres provenances.

Effets des isolats sur l'émergence des plantules, l'incidence et la sévérité de la maladie, suivant la zone climatique de collecte des isolats

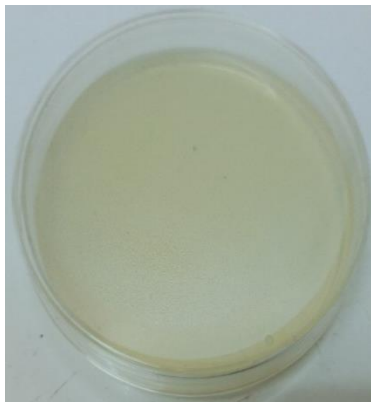
Les résultats d'analyse présentés dans le Tableau 6 ont indiqué que des différences significatives existaient entre les zones climatiques de provenance des isolats pour leurs effets sur l'émergence des plantules ($p=0,0100$), l'incidence ($p=0,0002$) et la gravité de l'infection ($p=0,0001$) (Tableau 6). Ces résultats ont révélé que les isolats issus de la zone sahélienne ont été plus pathogènes que ceux issus des deux autres zones car ayant occasionné le plus faible taux d'émergence (92,50%) et provoqué les incidences les plus fortes (100%) et les infections les plus sévères (4,32) comparativement aux isolats des zones soudaniennes et soudano-sahélienne qui étaient statistiquement similaires (96,87-98,46%, 26,25-35,47% et 0,95-1,45 ; respectivement).

Tableau 3 : Pouvoir pathogène de 42 isolats de *Fusarium* sur l'émergence, l'infection des plantules de sésame, et la sévérité de l'infection des plantules, 10 JAI des semences.

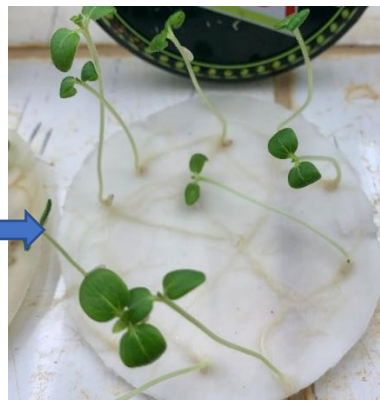
Isolats de <i>Fusarium</i>	Taux d'émergence des plantules 10 JAI (%)	Incidences 10 JAI (%)	Sévérité de l'infection des plantules 10 JAI	Niveau de pathogénicité
Témoin	100 ^a	0,00 ^e	0,00 ^g	faible
Fe_ Isolats 42	100 ^a	0,00 ^e	0,00 ^g	faible
Fe_ Isolats 33	100 ^a	12,50 ^{de}	0,40 ^{fg}	faible
Fe_ Isolats 9	100 ^a	0,00 ^e	0,00 ^g	faible
Fm_ Isolats 24	100 ^a	98 ^{ab}	3,92 ^a	Forte
Fe_ Isolats 11	100 ^a	72,50 ^{ab}	2,57 ^c	modéré
Fe_ Isolats 10	100 ^a	2,50 ^{de}	0,12 ^{fg}	faible
Fe_ Isolats 19	100 ^a	0,00 ^e	0,00 ^g	faible
Fm_ Isolats 7	100 ^a	0,00 ^e	0,00 ^g	faible
Fsp_ Isolats 22	100 ^a	0,00 ^e	0,00 ^g	faible
Fm_ Isolats 25	100 ^a	100 ^a	3,95 ^a	Forte
Fsub_ Isolats 23	100 ^a	17,50 ^{de}	0,27 ^{fg}	faible
Fm_ Isolats 2	100 ^a	15,00 ^{de}	0,55 ^{fg}	faible
Fm_ Isolats 1	100 ^a	0,00 ^e	0,00 ^g	faible
Fo_ Isolats 17	100 ^a	87,50 ^{ab}	2,77 ^{bc}	modéré
Fo_ Isolats 39	100 ^a	0,00 ^e	0,00 ^g	faible
Fo_ Isolats 12	100 ^a	0,00 ^e	0,00 ^g	faible
Fm_ Isolats 20	100 ^a	15,00 ^{de}	0,65 ^{fg}	faible
Fm_ Isolats 3	100 ^a	5,00 ^{de}	0,17 ^{fg}	faible
Fsol_ Isolats 41	100 ^a	65,00 ^b	2,62 ^c	modéré
Fe_ Isolats 18	97,50 ^a	15,00 ^{de}	0,52 ^{fg}	faible
Fm_ Isolats 31	97,50 ^a	10,00 ^{de}	0,32 ^{fg}	faible
Fe_ Isolats 8	97,50 ^a	22,50 ^{de}	0,72 ^{fg}	faible
Fm_ Isolats 4	97,50 ^a	25,00 ^{de}	1,00 ^{fg}	faible
Fm_ Isolats 28	97,50 ^a	35 ^{cd}	1,10 ^{fg}	faible
Fm_ Isolats 32	97,50 ^a	35 ^{cd}	1,10 ^{fg}	faible
Fm_ Isolats 5	97,50 ^a	72,50 ^{ab}	2,45 ^{cd}	modéré
Fo_ Isolats 36	97,50 ^a	37,50 ^c	1,12 ^{fg}	faible
Fo_ Isolats 38	97,50 ^a	100,00 ^a	4,82 ^a	Forte
Fsp_ Isolats 21	97,50 ^a	17,50 ^{de}	0,67 ^{fg}	faible
Fm_ Isolats 6	97,50 ^a	30,00 ^{de}	1,12 ^{fg}	faible
Fm_ Isolats 30	97,50 ^a	2,50 ^{de}	0,12 ^{fg}	faible
Fo_ Isolats 14	97,50 ^a	7,50 ^{de}	0,27 ^{fg}	faible
Fo_ Isolats 16	97,50 ^a	27,50 ^{de}	1,17 ^{fg}	faible
Fm_ Isolats 29	97,50 ^a	87,50 ^{ab}	3,70 ^{ab}	Forte

Fm_Isolat 27	95,00 ^{ab}	12,50 ^{de}	0,57 ^{fg}	faible
Fo_Isolat 37	95,00 ^{ab}	32,50 ^{de}	1,50 ^{de}	modéré
Fo_Isolat 13	95,00 ^{ab}	20,00 ^{de}	0,65 ^{fg}	faible
Fe_Isolat 35	95,00 ^{ab}	87,50 ^{ab}	4,05 ^a	Forte
Fo_Isolat 34	92,50 ^{ab}	35,00 ^{cd}	1,07 ^{fg}	faible
Fe_Isolat 26	92,50 ^{ab}	100,00 ^a	4,32 ^a	Forte
Fsol_Isolat 40	90,00 ^{bc}	15,00 ^{de}	0,75 ^{fg}	faible
Fo_Isolat 15	85,00 ^c	35,00 ^{cd}	1,32 ^{ef}	faible
Moyenne	97,73	18,76	1,22	-
P	0,0007	0,0001	0,0001	-
CV	4,39	59,75	59,75	-

Les chiffres d'une même colonne affectés de la même lettre alphabétique ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% selon le test de Duncan. Légende : Fm : F. moniliforme, Fe : F. equiseti, Fo : F. oxysporum, Fsol : F. solani, Fsub : F. subglutinans, Fsp : *Fusarium* sp.



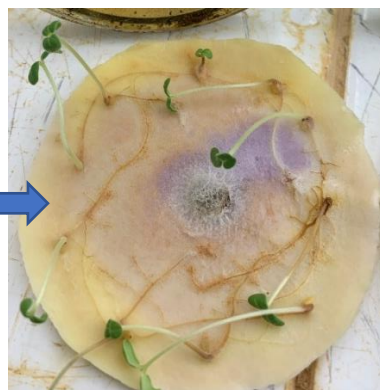
Milieu PDA (témoin)



Plantes saines



Isolat de *Fusarium equiseti*



Plantes malades

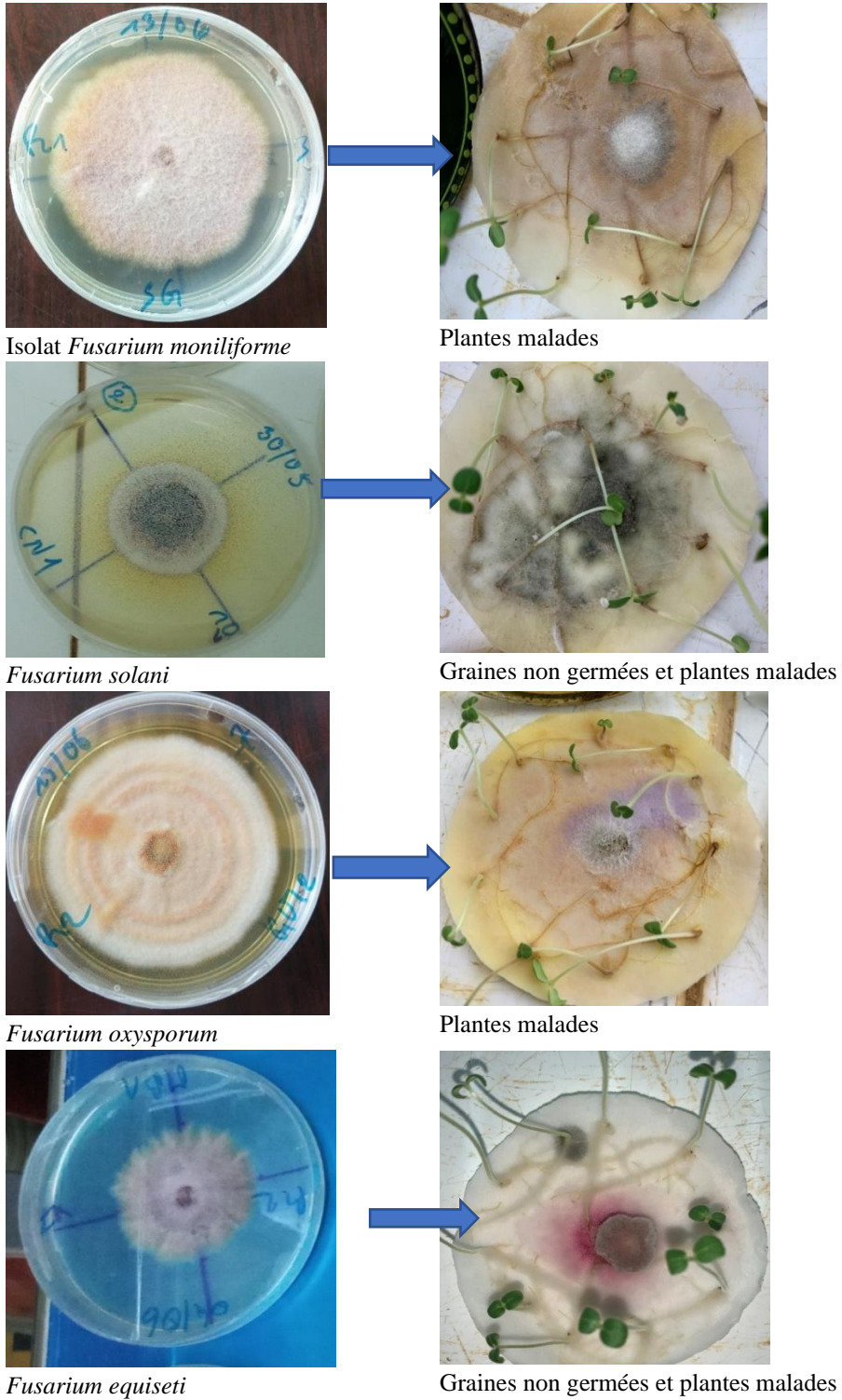


Figure 2 : Effets induits *in vitro* par quelques isolats du genre *Fusarium* sur le sésame.

Tableau 4 : Pouvoir pathogène de six espèces de *Fusarium* sur l'émergence, l'incidence et la sévérité de l'infection des plantules, 10 jours après l'inoculation (JAI) des semences.

Espèces de <i>Fusarium</i>	Taux d'émergence des plantules 10 JAI (%)	Incidences 10 JAI (%)	Sévérité de l'infection des plantules 10 JAI	Niveau de pathogénicité
Témoins	100 ^a	0,00 ^b	0,00 ^b	nul
<i>F. subglutinans</i>	100 ^a	17,5 ^{ab}	0,27 ^{ab}	faible
<i>F. equiseti</i>	98,25 ^a	24,72 ^{ab}	1,27 ^{ab}	faible
<i>F. moniliforme</i>	98,43 ^a	31,00 ^{ab}	1,29 ^{ab}	faible
<i>Fusarium</i> sp.	97,75 ^a	8,75 ^{ab}	0,33 ^{ab}	faible
<i>F. oxysporum</i>	96,13 ^a	34,77 ^{ab}	1,33 ^{ab}	faible
<i>F. solani</i>	95,00 ^a	40,00 ^a	1,68 ^a	modéré
Moyenne	97,73	36,74	1,51	-
P	0,06	0,044	0,046	-
CV	4,87	117,02	124,20	-

Les chiffres d'une même colonne affectés de la même lettre alphabétique ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% selon le test de Duncan.

Tableau 5 : Pouvoir pathogène de 42 isolats de *Fusarium* 10JAI, en fonction du site de collecte.

Localités de collectes	Taux d'émergence des plantules 10 JAI (%)	Incidences 10 JAS (%)	Sévérité de l'infection des plantules 10 JAI	Niveau de pathogénicité
Bondokuy	100 ^a	43,75 ^b	1,61 ^{bc}	modéré
Douroula	100 ^a	0,83 ^c	0,04 ^c	faible
Gaongo	100 ^a	0,00 ^c	0,00 ^c	faible
Kantchari	100 ^a	2,50 ^c	0,08 ^c	faible
Matiacoali	99,16 ^{ab}	44,58 ^b	1,78 ^{bc}	modéré
Niangoloko	98,57 ^{ab}	44,64 ^b	1,85 ^{bc}	modéré
Ouarkoye	98,33 ^{ab}	31,67 ^{bc}	1,05 ^{bc}	faible
Ouargaye	98,33 ^{ab}	42,50 ^b	1,43 ^{bc}	faible
Koupèla	97,50 ^{bc}	12,50 ^{bc}	0,44 ^{bc}	faible
Fô	97,50 ^{bc}	2,50 ^c	0,12 ^c	faible
Gomboro	96,25 ^{bc}	33,75 ^{bc}	1,30 ^{bc}	faible
Toussiana	95,50 ^{bc}	30,00 ^{bc}	1,29 ^{bc}	faible
Tenkodogo	94,16 ^c	20,00 ^{bc}	0,62 ^{bc}	faible
Banfora	92,50 ^c	35 ^{bc}	1,07 ^{bc}	faible

Dori	92,50 ^c	100,00 ^a	4,32 ^a	fort
Moyenne	97,73	31,39	1,22	-
P	0,003	0,0001	0,0001	-
CV	4,67	105,21	111,11	-

Les chiffres d'une même colonne affectés de la même lettre alphabétique ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% selon le test de Duncan.

Tableau 6 : Pouvoir pathogène de 42 isolats de *Fusarium* 10 JAI, en fonction de la zone climatique de provenance des isolats.

Zones climatiques	Taux d'émergence des plantules 10 JAI (%)	Incidences 10 JAS (%)	Sévérité de l'infection des plantules 10 JAI	Niveau de pathogénicité
Soudano-Sahélienne	98,46 ^a	26,25 ^b	0,95 ^b	faible
Soudanienne	96,87 ^a	35,47 ^b	1,45 ^b	faible
Sahélienne	92,50 ^b	100,00 ^a	4,32 ^a	fort
Moyenne	97,73	31,39	1,22	-
P	0,01	0,0002	0,0001	-
CV	4,85	112,39	117,68	-

Les chiffres d'une même colonne affectés de la même lettre alphabétique ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% selon le test de Duncan.

DISCUSSION

Le test de pathogénicité réalisé sur les semences de sésame de l'échantillon TK13 a permis de discriminer les différents isolats sur un certain nombre de paramètres et de comparer leur degré de virulence par rapport au témoin non inoculé. La majorité des isolats de *Fusarium* utilisés n'ont pas affecté la levée des semences de sésame. Néanmoins, deux des isolats (Fsol_Isolat 40, Fo_Isolat 15) appartenant à *F. solani* et à *F. oxysporum* ont causé des baisses significatives de taux d'émergence des plantules allant de 10 à 15%, démontrant leur pathogénicité sur le sésame. En Koré, les travaux de Radhakrishnan et al. (2014) ont révélé que le genre *Fusarium* était capable d'inhiber totalement (100% de taux d'inhibition) la levée des semences de sésame. De même, Nayyar et al. (2018), ont aussi indiqué que le genre *Fusarium* peut empêcher la germination des semences de sésame en

provoquant des manques à la levée pouvant atteindre 40-66%. Parmi les isolats utilisés dans notre étude, certains n'ont pas affecté l'émergence des plantules mais en revanche, ont causé des infections diverses aux plantules. C'est le cas de six (6) isolats (Fo_Isolat 38, Fe_Isolat 26, Fe_Isolat 35, Fm_Isolat 28, Fm_Isolat 24, Fo_Isolat 15) qui ont infecté jusqu'à 87,5-100% des plantules avec des niveaux de sévérité d'attaque de 3,70-4,82, mettant ainsi en évidence, leur niveau de pathogénicité élevé. Aussi huit (8) isolats (Fe_Isolat 42, Fe_Isolat 9, Fe_Isolat 19, Fm_Isolat 7, Fsp_Isolat 22, Fm_Isolat 1, Fo_Isolat 39, Fo_Isolat 12) ont été enregistrés dans le groupe des isolats peu pathogènes avec des effets similaires au témoin non inoculé. Les autres isolats ont induit une pathogénicité faible allant à une pathogénicité modérée. Des recherches antérieures menées au Burkina Faso sur l'oignon et impliquant des champignons du

genre *Fusarium*, ont montré que des espèces de *Fusarium* isolées sur l'oignon causaient la fonte des semis, la mortalité des plantes et la pourriture des bulbes (Kintega et al., 2020 ; Sogoba 2023). Ceci confirme le fait que les espèces de *Fusarium* constituent d'importants agents pathogènes capables de causer diverses maladies sur plusieurs cultures.

En dehors de la fonte pré-émergence, la majorité des isolats testés ont induit des symptômes caractéristiques de la fusariose. Notamment le brunissement racinaire, le flétrissement, les taches nécrotiques et la chlorose ont été observés sur plusieurs plantules à des degrés différents. Des symptômes similaires ont été également observés par Nayyar et al. (2018). Dans notre étude, les isolats à forts taux d'infection ($\geq 70\%$) et à forte sévérité (≥ 3) appartiennent notamment à *F. oxysporum*, *F. moniliforme* et *F. equiseti*, prouvant que ces espèces seraient impliquées dans la fusariose du sésame au Burkina Faso. L'étude a également révélé que les isolats provenant de la zone sahélienne étaient plus pathogéniques que ceux issus de la zone soudanienne et de la zone soudano-sahélienne. Ceci est en accord avec les résultats obtenus par Siou (2013) qui a rapporté que les facteurs climatiques, en particulier l'humidité et la température, jouent un rôle primordial dans le développement des *Fusarium* en conditionnant la germination et l'infection des cultures par des conditions chaudes (25°C et +) et humides, favorables à l'apparition de la fusariose. En effet, Dossa et al. (2021) ayant travaillé sur la fusariose du palmier à huile, ont également démontré qu'une température maximale et une humidité relative élevée sont favorables à l'expression de la fusariose. D'autres travaux menés par Dossa et al. (2019) confirment l'influence des facteurs climatiques sur le développement des *Fusarium*.

L'évaluation du pouvoir pathogène des 42 isolats de *Fusarium* conformément à l'échelle de notation 0 à 5 avait révélé trois groupes d'isolats toute espèce confondue. En rappel, le groupe I, le groupe II et le groupe III étaient composés respectivement des isolats peu pathogènes, des isolats modérément pathogènes et des isolats fortement pathogènes.

Les isolats ayant obtenus une note supérieure à 3 étaient qualifiés d'isolats hautement pathogènes par rapport aux autres isolats. On note cependant qu'au sein de chaque espèce de toute provenance, il était possible d'énumérer des isolats appartenant à deux ou aux trois groupes selon le niveau de sévérité. Ce qui permet de comprendre que tous les isolats au sein de l'espèce n'ont pas forcément la même capacité pathogénique. Il existerait une variabilité génétique des isolats qui imprime la pathogénicité sur le sésame. Néanmoins, on retient que *Fusarium oxysporum*, *Fusarium moniliforme* et *F. equiseti* étaient les souches dont le pouvoir pathogène était important avec une note de sévérité supérieure à 3. Ce qui impliquerait que ces champignons sont responsables non seulement du brunissement des racines, des tiges des plants de sésame mais aussi en sont la cause de leur mortalité et d'une sévérité remarquable. Ils sont donc recensés comme les plus importants pathogènes des différents isolats testés. En plus, l'isolat du *Fusarium oxysporum* (Fo_Isolat 38) avait obtenu la plus forte note de sévérité (4,82). Ce qui caractérise sa virulence plus importante que les autres isolats. Ces résultats sont en accords avec une étude menée en Chine sur la virulence d'isolats de *Fusarium* spp. ayant permis de détecter cinq (5) isolats de *F. oxysporum* exprimant un degré de virulence élevé sur les plants de sésame (LI Dong-Hua et al., 2012). Des résultats similaires ont par ailleurs été démontrés à travers des inoculations avec une suspension de spores et un traitement avec des filtrats de culture d'isolat de *Fusarium* causant une réduction de la vigueur des plants du sésame (Nayyar et al., 2018). Qiu et al. (2014) ont décrit l'existence de plusieurs isolats de *Fusarium* responsables du flétrissement du sésame. Des travaux récents menés en Chine ont démontré également que 50 isolats de *F. oxysporum* étaient capables d'induire du flétrissement sur trois variété de sésame (Duan et al., 2020).

En considérant les effets des isolats par provenance, il s'est avéré que seuls les isolats de Dori ont infecté toutes les plantules (100% d'infection) avec une forte sévérité (4,32) et un faible taux d'émergence (92,50%)

comparativement aux autres isolats des autres provenances dont les taux d'infection étaient relativement faibles avec des notes de sévérité faible à modérée (0-1,85). Ceci permet de souligner que les isolats de Dori semblent plus virulents que ceux des autres localités. Les informations sur le pouvoir pathogène de plusieurs isolats permettent premièrement de savoir qu'il existe des isolats de *Fusarium* capables de causer des dommages au sésame cultivé au Burkina Faso. Deuxièmement ces informations peuvent contribuer pour le développement de cultivars résistants par les programmes de sélection et pour le développement d'autres méthodes de lutte contre la fusariose du sésame.

Conclusion

La présente étude a été entreprise pour tester le pouvoir pathogène de 42 isolats de *Fusarium* issus de trois zones climatiques du Burkina Faso sur une variété locale TK13. L'étude a permis de constater que les isolats les plus pathogènes étaient essentiellement issus de *F. oxysporum*, de *F. monilliforme* et de *F. equiseti*. Ces espèces ont exercé de façon significative leur pathogénicité sur la levée et la croissance physiologique des plantules du sésame *in vitro*. Les isolats de *Fusarium* les plus virulents étaient l'Isolat 38, l'Isolat 24 et l'Isolat 35. Ces isolats pourraient servir à cribler une large gamme de variétés de sésame en vue d'identifier des matériels résistants ou tolérants au flétrissement fusarien.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts dans la publication de cet article.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

PDO a réalisé toutes les activités de l'étude (mise en place de l'essai, entretien de l'essai, collectes des données, l'analyse des données et rédaction de ce manuscrit). EPZ a supervisé l'étude, a analysé les données collectées et a participé à la correction du manuscrit. LMKG a participé à la correction du manuscrit.

REMERCIEMENTS

Toutes les manipulations ont été effectuées au sein du laboratoire de Phytopathologie du CREAM/Kamboinsé au Burkina Faso. Ce laboratoire est dirigé par Dr ZIDA P. Elisabeth. Nous réitérons notre reconnaissance pour son soutien indéfectible sans lequel ce travail n'aurait pas pu être réalisé. Nous sommes aussi reconnaissants à l'endroit des producteurs qui ont accepté volontairement nous fournir les semences de sésame.

REFERENCES

- Dossa JSB, Togbe EC, Pernaci M, Le Squin S, Agbossou EK, Ahohuendo BC. 2021. Effet des facteurs climatiques sur l'expression de la fusariose du palmier à huile (*Elaeis guineensis* J.). *J. Anim. Plant Sci.*, **48**(3): 8741-8753. <https://doi.org/10.35759/JAnmPlSci.v48-3.5>.
- Dossa JSB, Togbe EC, Pernaci M, Agbossou EK, Ahohuendo BC. 2019. Effet des facteurs de l'environnement sur les *Fusarium* pathogènes des plantes cultivées. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(1): 493-502. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i1.39>.
- Duan Y, Qu W, Chang S, Li C, Xu F, Ju M, Zhao R, Wang H, Zhang H, Miao H. 2020. Identification of Pathogenicity Groups and Pathogenic Molecular Characterization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *sesame* in China, *Phytopathology*, **110**(5):1093-1104. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-09-19-0366-R>.
- Egonyu JP, Kyamanywa S, Anyanga W, & Ssekabembe CK. 2005. Review of pests and diseases of sesame in Uganda. *African Crop Science Conference Proceedings*, **7**: 1411-1416. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:131315639>

- Elewa IS, Sahab AF, Mostafa MH, Ziedan EH. 2011. Direct effect of biocontrol agents on wilt and root-rot diseases of sesame. *Arch. Phytopathology Plant Protection*, **44**(5): 493–504. DOI: 10.1080/03235400903187279
- Faostat. 2022. Consulté 9 mai 2023, à l'adresse <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC> L.
- Farhan H, Abdullah B, Hameed A. 2010. The biological activity of bacterial vaccine of *Pseudomonas putida*² and *Pseudomonas fluorescens*³ isolates to protect sesame crop (*Sesamum indicum*) from *Fusarium* fungi under field conditions. *Agriculture and Biology Journal of North America*, **1**(5): 803-811. DOI: <https://doi.org/10.5251/abjna.2010.1.5.803.811>
- Joshi R. 2018. A review of *Fusarium oxysporum* on its plant interaction and industrial use. *Journal of Medicinal Plants Studies*, **6**(3): 112-115. DOI: <https://doi.org/10.22271/plants.2018.v6.i3b.07>
- Kintega KR, Zida PE, Soalla R, Tarpaga VW, Sankara P, Sereme P. 2020. Determination of *Fusarium* Species Associated with Onion Plants (*Allium cepa* L.) in Field in Burkina Faso Causing Damping-Off and Bulb Rots. *American Journal of Plant Sciences*, **11**(1): 64-79. DOI: <https://doi.org/10.4236/ajps.2020.111006>
- Kra KD, Diallo HA, Kobenan K, Koné D, Kouadio YJ. 2011. Diagnostic de la fusariose du bananier sur les cultivars grande naine (Musa AAA) et corne 1 (Musa AAB) à la périphérie du district d'Abidjan (Côte d'Ivoire). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **5**(4): 1501-1514. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v5i4.16>
- Li DH, Wang LH, Zhang YX, LV HX, QI XQ, Wei WL, Zhang XR. 2012. Pathogenic variation and molecular characterization of *Fusarium* species isolated from wilted sesame in China. *African Journal of Microbiology Research*, **6**(1): 149-154. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJMR11.1081>
- Mbah MC, Akueshi CO, 2001. Some Physico-chemical changes induced by *Aspergillus flavus* & *Aspergillus niger* on *Sesamum indicum* & *Sesamum radiatum*. *J. Sci. Agric. Food Technol. Environ.*, **1**: 65–69.
- Mbah MC, Akueshi CO. 2000. Effect of seed-borne fungi *Aspergillus flavus* & *Aspergillus niger* on the germinability of sesame seeds. *Nigerian Journal of Horticultural Society*, **4**: 57–64.
- Nayyar BG, Woodward S, Mur L, Akram A, Arshad M, Naqvi SS, Akhund S. 2018. Identification and pathogenicity of *Fusarium* species associated with sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds from the Punjab, Pakistan. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, **102**: 128-135. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2018.02.001>
- Ngamba ZS, Tusiime G, Gibson P, Edema R, Biruma M, Masawe PAL, Kafiriti E, Kapinga F. 2020. Inheritance pattern of resistance to *Fusarium* wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. *sesami*) in sesame. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, **12**(2): 175-183. DOI: <http://doi.org/10.5897/jpbcs2019.0880>
- Nikiema FW, Zida EP, Thio GI, Nitiéma LW, Koita K, Sawadogo M. 2020. Incidence de *Fusarium* spp. Associé aux semences de riz (*Oryza sativa* L.) au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **14**(6): 2160-2171. DOI: <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i6.18>
- Ojiambo P, Mibey RK, Narla RD, Ayiecho PO. 2003. Field transmission efficiency of *sesami* in sesame from infected seed. *Crop. Protec.*, **22**(9): 1107–1115. DOI: 10.1016/S0261-2194(03)00144-3

- Ouali DP, Zida PE, Soalla WR, Guissou KML, 2023. Morphological Identification of the Main fungi associated with sesame in Burkina Faso. *American Journal of Plant Sciences*, 14(08): 882-895. DOI: <https://doi.org/10.4236/ajps.2023.148059>
- Qiu CP, Zhang HY, Chang SX, Wei LB, Miao HM. 2014. Laboratory detecting method for pathogenicity of *Fusarium oxysporum* Schl. f. sp. *sesami* isolates. *Acta Phytopathologica Sinica*, 44(1): 26-35. DOI: <https://doi.org/10.13926/j.cnki.apps.2014.01.004>.
- Qureshi SA, Riaz R, Sultana V, Syed EH, Jehan A. 2003. Pathogenicity and Antimicrobial Activity of Seed-before *Fusarium solani* (Mart.) Appel and Wollenw. Emend. Snyd and Hans Strains. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 6(13): 1183-1186. DOI: <https://doi.org/10.3923/pjbs.2003.1183.1186>.
- Radhakrishnan R, Kang SM, Park JM, Lee SM, Baek IY, Lee IJ. 2014. An evaluation of resistance to *Fusarium* disease in Korean sesame (*Sesamum indicum* L.) germplasm. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Applied Life Sciences*. ICALS Publishing 2014, Malaysia; 27-29.
- Randy PC. 2006. *Fusarium* Wilt of banana is caused by several pathogens referred to as *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Phytopathology*, 96(6): 653-656. DOI: <https://doi.org/10.1094/phyto-96-0653>.
- Salleh B, Mushitah A. 1991. *Fusarium* species in section *Liseola* in Malaysia. *Journal of Bioscience*, 2: 1-8.
- Siou D. 2013. Développement épidémique de la fusariose des épis de blé et conséquences des interactions entre espèces du complexe fusarien. Thèse de Doctorat, Université Paris-Sud 11, p. 182.
- Soalla WR, Zida PE, Neya BJ, Koita K. 2023. Morphological and Molecular Identification of fungi associated with sesame diseased plants of the three agroclimatic zones of Burkina Faso. *American Journal of Plant Sciences*, 14(03): 290-307. DOI: <https://doi.org/10.4236/ajps.2023.143020>
- Sogoba KH. 2023. Diversité, pathogénicité et biocontrôle des espèces de *Fusarium* associées à la culture de l'oignon (*Allium cepa* L.) au Burkina Faso. Thèse de Doctorat unique, Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, p. 155.