



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Etude de l'effet d'une source d'inoculum externe sur la propagation du CABMV (*Cowpea aphid – borne mosaic virus*) selon la proximité des parcelles voisines et la variété de niébé

James B. NEYA^{1,2*}, Elisabeth P. ZIDA¹, Jean Baptiste de la Salle TIGNEGRE¹ et Oumar TRAORE¹

¹*Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (IN.E.R.A.), 04 P.O. Box 8645 Ouagadougou 04 Burkina Faso.*

²*Laboratoire de Virologie et de Biotechnologie Végétales. INERA/CREAF/ Kamboinsé, 01 P.O. Box 476 Ouagadougou 01 Burkina Faso.*

*Auteur Correspondant ; E-mail : neyajames@yahoo.fr

REMERCIEMENTS

Nous remercions les projets "Seed Health Improvement Programme (SHIP)" (DANIDA) et l'Organisation Africaine de la Propriété Intellectuelle (OAPI) pour leurs soutiens financiers.

RESUME

Un champ ensencé avec des semences de qualité peut se retrouver voisin avec un autre ensencé avec des semences infectées par le virus de la mosaïque du niébé. Ce virus est transmis par les semences à des taux de 0 à 40% selon les variétés. Ces semences infectées donnent des jeunes plantes virosées à partir desquelles les pucerons vont propager la maladie. Ce travail a été effectué pour déterminer la distance minimale permettant d'éviter des contaminations à partir d'inoculum externe suivant la sensibilité de la variété. Ainsi, deux parcelles centrales de 300 m² ont été semées avec des graines de Gorom local contaminées à 0,5% par le virus. Autour de la première parcelle centrale, 4 parcelles de 200 m² chacune ont été semées avec des graines de Gorom local indemnes de virus aux distances respectives de 10 m, 15 m, 20 m et 25 m. Autour de la deuxième parcelle centrale, des semences indemnes de virus de Kvx61-1 ont été utilisées. Un dispositif similaire a été constitué pour les parcelles témoins avec des semences indemnes de virus. La propagation de la maladie a montré qu'elle est liée à la variété, aux pucerons et à la distance avec la source d'inoculum.

© 2015 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Semences indemnes de virus, semences contaminées, distance minimale, pucerons.

Study of the effect of external inoculum source on CABMV (*Cowpea aphid – borne mosaic virus*) spread in relation to the proximity of neighboring plots and the cowpea variety

ABSTRACT

A field sown with quality seeds can be closed to another one sown with seeds infected by cowpea mosaic virus which is seed transmitted at rates ranging from 0 to 40% depending on cowpea varieties. Infected seeds germinate and grow into virus-infected seedlings from which aphids will spread the disease. This

research was carried out in order to determine the minimum distance needed for avoiding contaminations from external virus inoculum sources, in relation with the susceptibility of cowpea varieties. Thus, two central plots of 300 m² have been sown with contaminated seeds at 0.5% by CABMV of cowpea variety Gorom local. Around the first central plot, four plots of 200 m² each were sown with virus-free seeds of Gorom local at respective distances of 10 m, 15 m, 20 m and 25 m. Around the second central plot, virus-free seeds of Kvx61-1 have been used. A similar layout was done for the control plots with virus-free seeds. It was found that the spread of the disease was related to the cowpea variety, the aphids and the distance from the inoculum source.

© 2015 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Virus-free seeds, contaminated seeds, minimum distance, aphids.

INTRODUCTION

Le niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) est une légumineuse alimentaire largement cultivée dans le monde avec une production estimée à 5,72 millions de tonnes de graines sèches dont 85% sont produites en Afrique (FAOSTAT, 2013).

Le niébé contient en effet 20-25% de protéines et 64% de carbohydrates (Adigoun, 2002 ; Akuboret Onimawo, 2003 ; Jackson, 2009 ; Modu et al., 2010), ce qui lui confère le nom de «*Viande du pauvre*». Un des aspects les plus importants de l'apport du niébé dans l'alimentation humaine est la teneur de ses protéines en acides aminés essentiels comme la lysine, le tryptophane, la phénylalanine, la valine, la thréonine, la méthionine, etc. (USDA, 2004). Ainsi, le niébé joue un rôle important dans l'équilibre nutritionnel des populations du Sahel dont l'alimentation est largement à base de céréales (Ouedraogo, 2000, 2003 ; Atachi et al., 2002). Selon Niang (2004), le niébé est consommé par près de 200 millions de personnes en Afrique tropicale. De ce fait, le niébé est une plante de choix surtout dans les pays en développement. Il est capable de fixer l'azote atmosphérique grâce aux bactéries du genre rhizobium qui se trouvent dans les nodosités de ses racines et peut fixer jusqu'à 240 kg/ha (Bado, 2002 ; Kaboré, 2004 ; Husson et al., 2010).

La production mondiale du niébé était évaluée à trois millions de tonnes sur une superficie de 12,5 millions d'hectares dont 64% pour l'Afrique (Cissé et Hall, 2003). Partout dans le monde, et particulièrement en

Afrique, l'accent est mis sur l'extension de la production du niébé. Mais, ces efforts sont souvent limités, parfois même anéantis par divers facteurs qui réduisent considérablement les rendements.

Malgré l'importance des pertes de rendement rencontrées dans la production du niébé, la recherche sur les maladies virales de cette plante reste encore limitée dans bien de régions. Au Burkina Faso, les travaux sur les viroses du niébé ont commencé en 1984 et ont rapporté cinq principales maladies : la maladie de la mosaïque dorée du niébé (CGMV), la maladie de la marbrure du niébé (CMoV), la maladie de la mosaïque du concombre (CMV), la maladie de la mosaïque du haricot commun (BICMV) et la maladie de la mosaïque du niébé transmise par pucerons (CABMV) qui est la plus importante et la plus répandue. Le virus du CABMV appartient à la famille des potyviridae et a une forme en bâtonnet flexueux de 750 nm de long et 11 nm de large. Des pertes de rendement de 15 à 87% dues à ce virus ont été notées en Iran. Kareem et Taiwo (2007) ont obtenu des pertes totales de récolte chez trois variétés sensibles de niébé (IT86D-719, Olo-II et Olloyin) lorsque les plants étaient infectés à l'âge de 10 ou 30 jours. La transmission des virus par graines est une propriété dont les mécanismes sont complexes (De Assis Filho et Sherwood, 2000, Ng et Perry, 2004). De plus, aucun traitement n'est disponible pour éliminer le virus dans les graines infectées sans endommager leur pouvoir germinatif (Bashir et al., 2002).

Le virus de la mosaïque du niébé transmis par les aphides a été décrit pour la première fois en Italie puis au Kenya et au Nigeria avant que sa présence ne soit signalée dans les autres pays du continent. Il appartient à la famille des *Potyviridae* qui comprend six genres (Fauquet et al., 2005). Le genre *Potyvirus* est le plus important groupe dans la famille des *Potyviridae* avec une centaine de membres (Fauquet et al., 2005). Ces membres ont des particules virales à structure filamenteuse (Sharma et al., 2013). Les aphides sont très prolifiques et se déplacent en grand nombre lorsque le temps se rafraîchit. Ils sont les vecteurs du virus de la mosaïque du niébé et sont par conséquent indirectement responsables des dégâts causés par ce virus au champ.

L'objectif de ce travail est de contrôler le virus de la mosaïque du niébé au moyen d'une lutte intégrée. Pour ce faire, la recherche d'une distance minimale permettant d'éviter une contamination croisée pour les variétés à fort pouvoir de transmission du virus par les graines et une autre pour les variétés à faible pouvoir de transmission du virus par les graines est plus que nécessaire. Les objectifs spécifiques sont le rôle des semences, du vecteur et celui de l'inoculum externe dans la propagation du CABMV.

MATERIEL ET METHODES

Deux variétés de niébé dont l'une (Gorom local) qui a un fort pouvoir de transmission du virus par les graines (0-55%) et une forte capacité de propagation de la maladie au champ et l'autre (Kvx61-1) ayant un faible pouvoir de transmission du virus par les graines (0-1%) avec une faible capacité de propagation de la maladie au champ ont été utilisées dans deux dispositifs distincts : « avec » et « sans inoculum ».

Dans le dispositif « avec inoculum », les semences de la variété Gorom local contaminées par le virus à 0,5% ont été semées dans deux parcelles distinctes de 300 m² chacune. Autour de la première parcelle, 4

parcelles de 200 m² placées aux distances respectives de 10 m, 15 m, 20 m et 25 m ont été semées avec des semences de Gorom local indemnes du virus (Figure1).

Autour de la deuxième parcelle, 4 autres parcelles de 200 m² placées aux distances respectives de 10m, 15 m, 20 m et 25 m ont été semées avec des semences de Kvx61-1 indemnes de virus. Dans le dispositif « sans inoculum » ou parcelles témoins, les parcelles ont été mises en place suivant le même dispositif que précédemment mais ici, les parcelles centrales ont été semées avec des semences de Gorom local indemnes de virus. L'expérience a été conduite pendant trois ans (2011, 2012 et 2013) sur le site de Kamboinsé.

Opérations culturales

- Fumure : 100 kg/ha d'engrais coton NPK (14-23-14) au labour puis billonnage
- Semis : 0,40 m entre poquets et 0,80 m entre billons. Densité : deux graines par poquet
- Aucun traitement insecticide

Observations

- Comptage des plantules sur toutes les parcelles (aussi bien dans les parcelles centrales que périphériques) une semaine après semis.

- Comptage des plants malades 10 jours après semis dans toutes les parcelles.

- Dénombrement des plants malades tous les 7 jours à compter du dixième jour après semis jusqu'à 59 jours après semis sur toutes les parcelles.

-Evaluation de la population des pucerons 31 jours après semis dans toutes les parcelles testées et témoins selon l'échelle ci-après graduée de 0 à 5 :

0 = pas de puceron; 1 = 1 à 4 pucerons par pied de niébé; 2 = 5 à 20 pucerons par pied de niébé; 3 = 20 à 100 pucerons par pied de niébé; 4 = 100 à 500 pucerons par pied de niébé; 5 = plus de 500 pucerons par pied de niébé.

Analyse statistique des données

Les données obtenues ont été analysées avec le logiciel « SAS » (Statistical Analysis System) version 8/2001. Les moyennes obtenues ont été comparées au seuil de 5% selon le test de Newman-Keuls quand l'analyse de variance est significative. Le logiciel Microsoft Excel 2007 a été utilisé pour la construction des différents graphiques.

RESULTATS

Le comptage des jeunes plants à l'émergence

Le nombre des jeunes plants a été compté une semaine après semis sur chacune des parcelles centrales et périphériques. Le nombre total des jeunes plants par parcelle et par variété est consigné dans les Tableaux 1 et 2. Chaque parcelle centrale comportait entre 1068 et 1099 plants tandis que les parcelles périphériques comprenaient chacune 641 à 696 plants.

Evaluation des pucerons 31 jours après semis sur les parcelles

Le nombre de pucerons dans les parcelles situées à différentes distances de l'inoculum positif ou négatif a été évalué. Les résultats sont consignés dans les Tableaux 3 et 4. Les notes attribuées pour la présence ou l'absence des pucerons dans chacune des parcelles ont varié entre 1 et 3 dans toutes les parcelles testées et témoins. Quelle que soit l'année, l'analyse de variance a montré qu'il n'y a pas eu de différence significative entre le nombre moyen d'insectes par parcelle ni pour les parcelles à inoculum ni pour les parcelles sans inoculum.

L'incidence de la maladie causée par la source d'inoculum externe 59 jours après semis

L'incidence de la maladie a été évaluée 59 jours après semis chaque année. Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau 5 pour le dispositif « avec inoculum » et le Tableau 6 pour celui « sans

inoculum ». On retient qu'en 2011, 59 jours après semis, les taux de plants malades sont restés faibles chez Gorom local dans la parcelle la plus proche de la source d'inoculum (14,83%) au niveau du dispositif « avec inoculum » contre 9,18% au niveau du dispositif « sans inoculum ».

En 2012, 59 jours après semis, au niveau du dispositif « avec inoculum », l'incidence de la maladie a été supérieure à 97,13% dans la parcelle testée de Gorom local la plus proche de la source d'inoculum (10 m) contre 19,83% dans la parcelle la plus éloignée (25 m) (Tableau 5). A la même date, l'incidence du CABMV a été de 16,07% chez Kvx61-1 dans la parcelle la plus proche de l'inoculum contre 6,89% dans celle située à 25 m (Tableau 5). Dans les parcelles témoins (« dispositif sans inoculum »), le pourcentage de plants infectés chez Gorom local a été de 20,33% dans la parcelle la plus proche de l'inoculum et 10,33% dans celle la plus éloignée (Tableau 6).

En 2013, 59 jours après semis, au niveau du dispositif « avec inoculum », le taux de plants infectés a été supérieur à 98,37% chez Gorom dans la parcelle située à dix mètres de l'inoculum et de 44,15% dans la parcelle la plus éloignée. Ce taux a été de 13,66% et 4,80% respectivement chez la variété Kvx61-1. Les analyses de variance ont montré des différences significatives entre les taux de plants contaminés dans les parcelles testées de Gorom local pendant les trois années d'étude ($F = 33,0$; $P=0,001$). En effet, les pourcentages de plants malades ont été significativement plus élevés dans les parcelles test de Gorom local les plus proches de l'inoculum (10 et 15 m) que ceux dans la parcelle la plus éloignée (25 m), ceci quelle que soit l'année (Tableau 5). Les niveaux d'infection dans la parcelle située à 20 m de l'inoculum ont été similaires à ceux de celle située à 25 m excepté en 2012 où ces niveaux ont été statistiquement plus élevés. A l'opposé, aucune différence significative n'a été observée entre les taux de plants infectés

dans les parcelles de Kvx 61-1 en présence d'inoculum, ni dans les différentes parcelles témoins (« sans inoculum ») des deux variétés (Tableaux 5 et 6).

Les analyses de variance ont aussi révélé une différence significative entre les incidences des deux variétés en 2012 et 2013 ($F = 8,94$; $P=0,024$) $F = 33,0$; $P=0,001$); la variété Gorom local ayant présenté des incidences plus élevées que la variété Kvx 61-1.

Cinétique de propagation du CABMV chez Gorom local et Kvx61-1 dans les parcelles situées à 10, 15, 20 et 25 m de la parcelle centrale avec inoculum et sans inoculum en 2011

La vitesse de propagation du virus à partir des infections secondaires est illustrée par la Figure 2a. On remarque que la cinétique de propagation du virus de la mosaïque du niébé dans les parcelles testées situées à différentes distances de l'inoculum externe a été faible aussi bien chez Gorom local que chez Kvx 61-1 malgré l'abondance de l'inoculum. Chez la variété Gorom local représentant le groupe des variétés à fort pouvoir de transmission du virus par les graines, la maladie a timidement démarré à partir de 38 jours après semis dans les parcelles situées à 10 et 15 m de l'inoculum positif et est restée en dessous du taux d'infection de 15% jusqu'à 59 jours après semis. Dans les parcelles situées à 20 et 25 m de l'inoculum, l'infection a commencé plus tard (45 JAS) et les taux d'infection notés 59 JAS n'ont pas excédé 6,7% et 3,12% respectivement (Figure 2a). Chez la variété Kvx61-1 testée représentant le groupe des variétés à faible pouvoir de transmission du virus par les graines, les courbes obtenues ont montré un démarrage très tardif de la maladie (52 JAS) et une vitesse de propagation de la maladie très lente avec des taux d'infection maximum de 1,5% à 59 JAS (Figure 2a).

Au niveau des parcelles témoins (dispositif « sans inoculum »), la vitesse de propagation de la maladie a été très faible

avec un taux d'infection maximum de 9% pour Gorom local et 0,65% pour Kvx 61-1 à 59 JAS (Figure 2b).

Cinétique de propagation du CABMV chez Gorom local et Kvx61-1 situées à 10, 15, 20 et 25 m de la parcelle centrale avec inoculum et sans inoculum en 2012

La vitesse de propagation du virus à partir des infections secondaires est illustrée par la Figure 3a. On remarque que la cinétique de propagation du virus de la mosaïque du niébé dans les parcelles testées a été forte chez Gorom local et faible chez Kvx 61-1 selon la proximité de la parcelle à l'inoculum externe. Chez la variété Gorom local représentant le groupe des variétés à fort pouvoir de transmission du virus par les graines, démarrée à partir de 24 jours après semis, la maladie a connu une progression très rapide dans les parcelles testées situées à 10, 15 et 20 m de l'inoculum externe. En effet, les taux d'infection des plantes dans ces parcelles ont respectivement atteint 97%, 89,4% et 63% 59 JAS. A cette date, la parcelle la plus proche de l'inoculum externe (10 m) comportait autant de plantes malades (97%) que la parcelle servant de source d'inoculum (98%). En revanche, dans la parcelle la plus éloignée de l'inoculum externe (25 m), la maladie qui a démarré 38 JAS a connu une progression relativement lente avec 19,8% de taux d'infection 59 JAS (Figure 3a). Chez la variété Kvx61-1 testée, les courbes obtenues ont montré que la vitesse de propagation de la maladie a été lente et similaire dans les parcelles situées à 10 et 15 m de l'inoculum externe, avec respectivement 16 et 15,7% de plants infectés 59 jours après semis (Figure 3a). Dans les parcelles les plus éloignées de l'inoculum externe (20 et 25 m), les taux de plantes contaminées étaient seulement de 10,3% et 6,9% 59 JAS (Figure 3a).

Dans les parcelles témoins, en absence d'inoculum externe, la maladie a démarré 31 JAS et a connu une progression lente voir très lente. Chez la variété Gorom local, les taux

d'infection dans les différentes parcelles ont varié entre 10,3 et 20,3% 59 JAS tandis que chez Kvx 61-1, ils ont été très faibles et pratiquement constants (3-4,5%) (Figure 3b).

Cinétique de propagation du CABMV chez Gorom local et Kvx61-1 situées à 10, 15, 20 et 25 m de la parcelle centrale avec inoculum et sans inoculum en 2013

La vitesse de propagation du virus à partir des infections secondaires est illustrée par les Figures 4 a et b. On remarque que la propagation du virus de la mosaïque du niébé dans les parcelles a été plus rapide chez Gorom local que chez Kvx 61-1. Chez Gorom local, la maladie a progressé très rapidement dans la parcelle la plus proche de l'inoculum externe (10 m), atteignant un taux d'infection (98%) presque égal à celui observé dans la parcelle inoculée (100%) 59 JAS (Figure 4a). Une progression relativement forte de l'infection a également été observée dans les parcelles placées à 15 et 20 m de la source d'inoculum, résultant à des taux d'infection respectifs de 65% et 52% 59 JAS. Chez la variété Kvx 61-1 par contre, la propagation du virus a été plus lente et les taux de plants contaminés dans les parcelles situées à 10, 15, 20 et 25 m de l'inoculum ont été respectivement de 15%, 14,6%, 8% et 4,8% (Figure 4a) 59 JAS. Ces taux ont été relativement bas comparés au taux de plantes malades notés dans la parcelle inoculée (100%) à la même date.

En absence d'inoculum externe (dispositif « sans inoculum »), l'évolution du virus de la mosaïque du niébé dans les différentes parcelles a montré une progression lente de la maladie chez Gorom local et très lente chez Kvx 61-1 (Figure 4b). Chez Gorom local, 59 JAS, 27, 22, 20 et 17,5% de plants malades ont été dénombrés dans les parcelles situées respectivement à 10, 15, 20 et 25 m de la parcelle centrale tandis que chez Kvx 61-1, les taux n'ont été que de 5,5%, 4,4%, 3,7% et 3%, respectivement.

Les valeurs de l'aire sous les courbes de progression de la maladie (AUDPC) chez les deux variétés

Les valeurs de l'aire sous les courbes de progression de la maladie (AUDPC) sont présentées dans le Tableau 7. L'analyse de variance des valeurs des aires sous les courbes de progression de la maladie (AUDPC) a révélé que le développement de la maladie a très significativement varié entre 2011 et les deux autres années chez les deux variétés ($F=309,67$; $P<0,0001$). Chez Gorom local, la propagation de la maladie a été plus faible en 2011 avec des AUDPC compris entre 72,45 et 170,7 en allant de 25 m à 10 m de l'inoculum positif contre 22,2 et 111,93 avec l'inoculum négatif. Ces valeurs ont été encore plus faibles chez la variété Kvx61-1. Il n'y a pas eu de différence significative entre les AUDPC de l'inoculum positif des trois années ($F=0,44$; $P= 0,648$). Par contre, il y a eu une différence significative entre les AUDPC de l'inoculum négatif en 2011 et les deux autres années ($F=4,38$; $P= 0,0205$). La progression de la maladie a été plus forte chez la variété Gorom local durant les trois années par rapport à la variété Kvx61-1 où une différence hautement significative ($F= 103,79$; $P=0, 0001$) a été observée entre les deux variétés avec des AUDPC respectives de 667,6 et 91,1 en présence de l'inoculum positif. De même, en présence de l'inoculum négatif, une différence hautement significative ($F= 39,20$; $P=0, 0001$) a été observée entre les deux variétés avec des AUDPC respectives de 234,32 et 42,42. La progression de la maladie a été très faible chez la variété Kvx61-1 en comparaison avec celle observée chez Gorom quelle que soit la position de la parcelle par rapport à l'inoculum. La distance de la source d'inoculum a très fortement influencé le développement et la progression de la maladie et les parcelles les plus proches de l'inoculum sont les plus infectées.

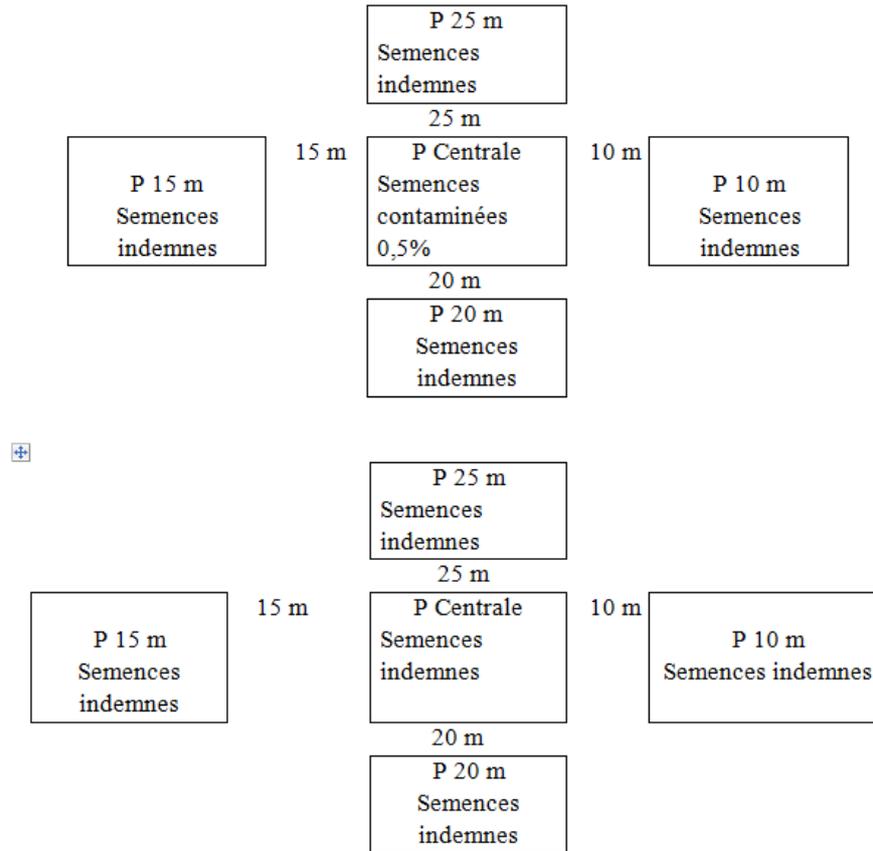


Figure 1 : Dispositif expérimental présentant une parcelle centrale avec 4 parcelles périphériques placées à 10,15, 20 et 25 m de la parcelle centrale : A : dispositif « avec inoculum » ; B : dispositif « sans inoculum ». P=parcelle.

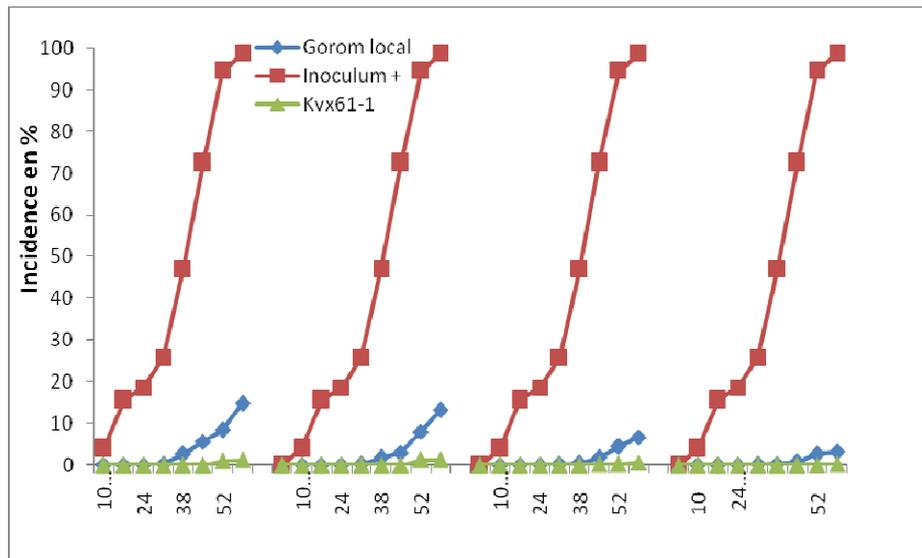


Figure 2a: Cinétique de propagation du CABMV chez Gorom local et Kvx61-1 situées à 10, 15, 20 et 25 m de la parcelle centrale avec inoculum en 2011.

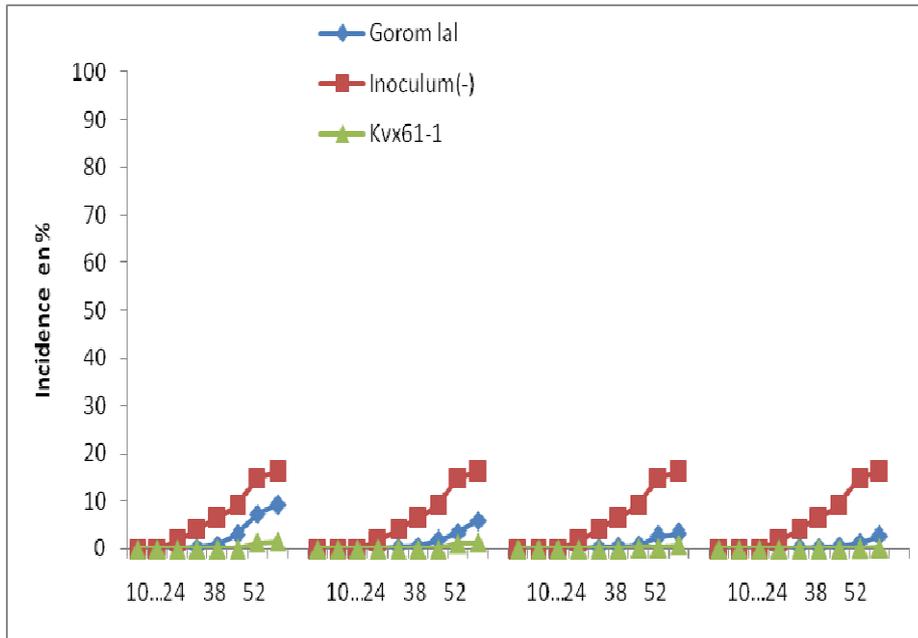


Figure 2b: Cinétique de propagation du CABMV chez Gorom local et Kvx61-1 situées à 10, 15, 20 et 25 m de la parcelle centrale sans inoculum en 2011.

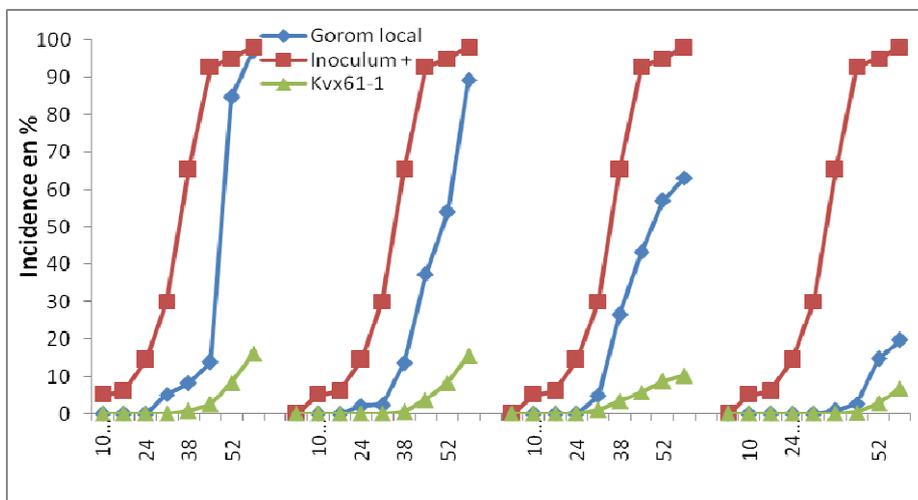


Figure 3a: Cinétique de propagation du CABMV chez Gorom local et Kvx61-1 situées à 10, 15, 20 et 25 m de la parcelle centrale avec inoculum en 2012.

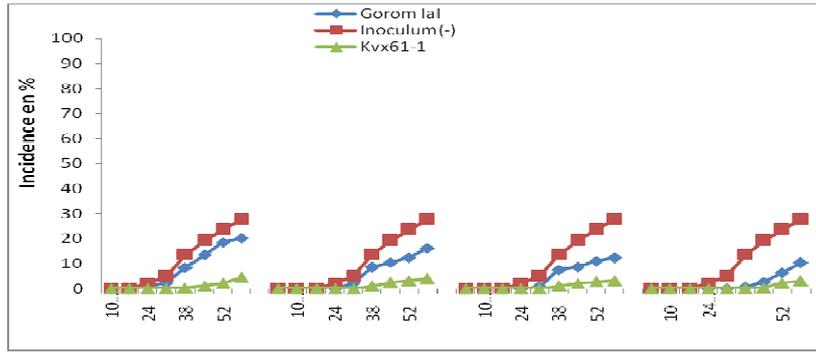


Figure 3b: Cinétique de propagation du CABMV chez Gorom local et Kvx61-1 situées à 10, 15, 20 et 25 m de la parcelle centrale sans inoculum en 2012.

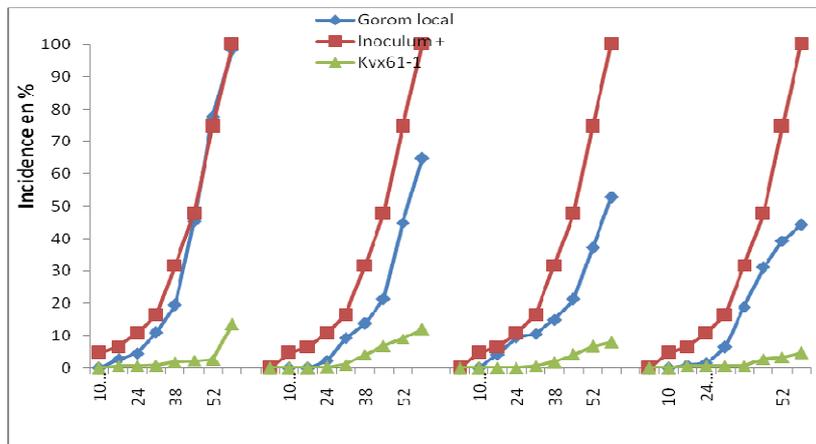


Figure 4a: Cinétique de propagation du CABMV chez Gorom local et Kvx61-1 situées à 10, 15, 20 et 25 m de la parcelle centrale avec inoculum en 2013.

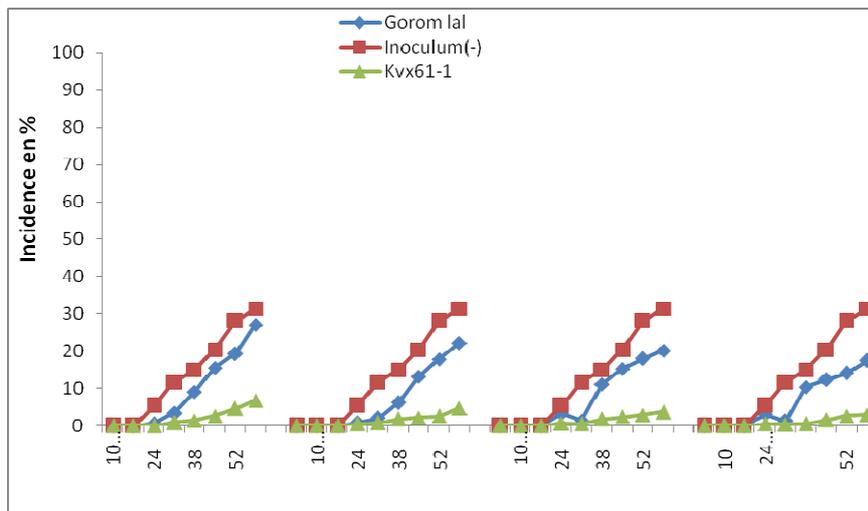


Figure 4b: Cinétique de propagation du CABMV chez Gorom local et Kvx61-1 situées à 10, 15, 20 et 25 m de la parcelle centrale sans inoculum en 2013.

Tableau 1: Nombre moyen de plants par parcelle élémentaire et par distance.

Année	2011					2012					2013				
	0 ⁺	10	15	20	25	0 ⁺	10	15	20	25	0 ⁺	10	15	20	25
Distance en mètres															
Gorom local	1079	656	673	671	695	1087	681	686	667	707	1086	685	641	682	642
Kvx61-1	1083	659	685	653	692	1099	656	696	696	656	1078	639	675	656	648

0⁺ = parcelle centraleensemencées avec Gorom local contaminée à 0,5%.

Tableau 2: Nombre total moyen de plants par parcelle élémentaire témoins et par distance.

Année	2011					2012					2013				
	0 ⁻	10	15	20	25	0 ⁻	10	15	20	25	0 ⁻	10	15	20	25
Distance en mètres															
Gorom local	1096	688	657	641	677	1095	689	697	652	656	1089	688	657	613	657
Kvx61-1	1068	656	673	671	695	1101	681	686	677	707	1072	651	678	673	679

0⁻ = parcelle centraleensemencées avec Gorom local indemne de virus.

Tableau 3: Evaluation des pucerons 31 jours après semis dans les parcelles testées.

Variété	Distance entre les parcelles et la parcelle inoculée														
	2011					2012					2013				
	0 m	10 m	15 m	20 m	25 m	0 m	10 m	15 m	20 m	25 m	0 m	10 m	15 m	20 m	25 m
Gorom l.	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2
Kvx61-1	2	1	2	2	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3	1
Moyenne.	2	1,5	2	2	2,5	3	2,5	2,5	3	2,5	3	3	3	3	1,5
	(ns) [#]	(ns)													

Tableau 4 : Evaluation des pucerons 31 jours après semis dans les parcelles témoins.

Variété	Distance entre les parcelles et la parcelle inoculée														
	2011					2012					2013				
	0 m	10 m	15 m	20 m	25 m	0 m	10 m	15 m	20 m	25 m	0 m	10 m	15 m	20 m	25 m
Gorom l.	2	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3
Kvx61-1	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	3	2	3	2	2
Moyenne	2	2	2,5	2	3	3	2	3	3	3	3	2	3	2,5	2,5
	(ns) [#]	(ns)													

[#] non significatif au seuil 5% ; Le nombre de pucerons a été estimé en utilisant l'échelle suivante:

0 = pas de puceron; 1 = 1 à 4 pucerons par pied de niébé; 2 = 5 à 20 pucerons par pied de niébé; 3 = 20 à 100 pucerons par pied de niébé; 4 = 100 à 500 pucerons par pied de niébé; 5 = plus de 500 pucerons par pied de niébé

Tableau 5: Incidence en % de la maladie 59 JAS à partir de l'inoculum externe dans les parcelles testées.

Variétés	Années	Distance entre les parcelles et l'inoculum positif (+)				
		10 m	15 m	20 m	25 m	Inoculum +
Gorom local	2011	14,83 a*	13,14 a	6,68 ab	3,12 b	98,66
	2012	97,13 a	89,41 a	63,12 a	19,83 b	98,15
	2013	98,37 a	64,80 a	52,79 ab	44,15 b	100
Kvx61-1	2011	1,52 a	1,23 a	0,65 a	0,18 a	98,66
	2012	16,07 a	15,7 a	10,26 a	6,89 a	98,15
	2013	13,66 a	12,08 a	8,05 a	4,80 a	100

*Pour une même ligne, les valeurs suivies de mêmes lettres ne sont pas significativement différentes (P=0,05) selon le test de comparaison multiple de Newman-Keuls.

Tableau 6 : Incidence en % de la maladie 59 JAS à partir de l'inoculum négatif (-) dans les parcelles témoins.

Variétés	Années	Distance entre les parcelles et l'inoculum négatif (-)				
		10 m	15 m	20 m	25 m	Inoculum -
Gorom local	2011	9,18 a	5,86 a	3,12 a	2,63 a	16,17
	2012	20,33 a	16,25 a	12,36 a	10,33 a	27,68
	2013	27,14 a	22,23 a	20,18 a	17,45 a	31,45
Kvx61-1	2011	1,24a	1,21 a	0,65 a	0,18 a	16,17
	2012	4,52 a	4,01 a	3,18 a	3,12 a	27,68
	2013	6,82 a	4,8 a	3,72 a	3,02 a	31,45

*Pour une même ligne, les valeurs suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes (P=0,05) selon le test de comparaison multiple de Newman-Keuls.

Tableau 7: Valeurs de l'aire sous la courbe de progression de la maladie (AUDPC) chez les 2 variétés et les inocula.

		Inoculum positif		
		Gorom	Kvx61-1	Inoculum
10m	2011	170,695 a	41,33 b	2275,28
	2012	1142,54 a	139,405 b	2485,63
	2013	1471,505 a	109,62 b	1681,82
15m	2011	138,32 a	28,14 b	2275,28
	2012	1123,53 a	143,99 b	2485,63
	2013	867,86 a	192,99 b	1681,82
20m	2011	138,57 a	13 b	2275,28
	2012	1079,225 a	169,75 b	2485,63
	2013	869,855 a	122,843 b	1681,82
25m	2011	72,45 a	7,35 a	2275,28
	2012	197,435 a	47,215 a	2485,63
	2013	841,715 a	77,7 b	1681,82
		Inoculum témoins		
		Gorom	Kvx61-1	Inoculum
10m	2011	111,93 a	13,37 b	309,295
	2012	379,295 a	42,28 b	542,01

	2013	433,44 a	91,77 b	674,345
15m	2011	61,81 a	11,235 a	309,295
	2012	292,915 a	62,055 b	542,01
	2013	359,555 a	73,78 b	674,345
20m	2011	38,57 a	5,355 a	309,295
	2012	240,17 a	54,11 b	542,01
	2013	415,94 a	71,33 b	674,345
25m	2011	22,155 a	1,33 a	309,295
	2012	104,825 a	30,45 a	542,01
	2013	351,225 a	51,94 b	674,345

*Pour une même ligne, les valeurs suivies de mêmes lettres ne sont pas significativement différentes (P=0,05) selon le test de comparaison multiple de Newman-Keuls.

DISCUSSION

Pour les virus transmis par vecteur, les conditions climatiques sont des facteurs prépondérants pour l'abondance et les fluctuations des populations. Dans la présente étude, l'évaluation des populations de pucerons vecteurs du CABMV a mis en évidence une plus grande pullulation de pucerons. Plusieurs facteurs environnementaux (précipitations, température, saison, etc.) ont été signalés comme ayant une influence sur la dynamique des populations de pucerons (Alonso-Prados et al., 2003 ; Estay et al., 2008). Selon Muhmmad et al. (2010), les précipitations constituent le facteur ayant le plus prépondérant rôle.

La résistance aux pucerons a été signalée chez différentes variétés de niébé à l'exemple de TVu 801, TVu 3000, et TVu 36 ou de fève à cheval (*Vicia faba*) (Laamari et al., 2008). La résistance observée a été attribuée au type d'antibiose au cours duquel les plantes empêchent le développement de l'insecte et en réduisent ainsi les populations. L'observation de populations similaires de pucerons chez les deux variétés de niébé utilisées dans ce travail suggère que ces variétés ne sont pas résistantes aux aphides.

L'évaluation des populations de pucerons à 30 JAS a montré des niveaux élevés de pullulation. Hormis les dégâts directs sur les plants, ce niveau important de pullulation peut être à l'origine d'épidémies causées par le CABMV. Les recommandations courantes de protection

phytosanitaire du niébé préconisent des traitements insecticides à 35 JAS (Ouedraogo et al., 2008). Au regard des niveaux de populations de pucerons déjà atteints à 30 JAS, ce délai apparaît trop tardif. Il est donc nécessaire d'effectuer les traitements insecticides de façon plus précoce afin de maintenir les populations d'insectes à un niveau bas. Les traitements se feront entre les 17^e et 24^e JAS chez les variétés à fort pouvoir de transmission du virus par les graines et entre les 24^e et 31^e JAS chez les variétés à faible pouvoir de transmission du virus par les graines (Néya, 2011). Selon Leung et al., 2003, il faut réduire la quantité d'inoculum interne et externe par l'adoption de mesures comme l'utilisation de semences saines, le choix de bonnes dates de semis, l'élimination des hôtes alternatifs des virus, la destruction des plants malades au champ. Pour cela, une bonne connaissance de l'épidémiologie de la maladie s'avère donc nécessaire pour réussir à bien cette lutte. De même selon les mêmes auteurs, l'utilisation de variétés résistantes ou tolérantes caractérise la lutte génétique. Elle est moins contraignante pour le producteur, puisqu'elle ne nécessite pas de connaissances particulières. Elle a aussi l'avantage d'être respectueuse de l'environnement tout en restant souvent très efficace (Leung et al., 2003). Cependant, la lutte génétique est difficile à mettre en place et nécessite de détenir des sources de résistances du virus et la technologie.

L'agent responsable du développement de l'épidémie du CABMV, est sans nul doute

le vecteur que sont les pucerons. Ils sont très prolifiques et sont pratiquement inoffensifs pour les plantes de niébé sauf lorsque ces pucerons sont nombreux et en présence de plantes déjà infectées. Les pucerons se déplacent de plante en plante par vol pour les formes adultes ailées, ou par marche pour les formes non ailées ou nymphes. Les deux formes peuvent causer des dommages au niébé car transmettent toutes deux le virus d'un plant malade à un plant sain. Les formes ailées peuvent être emportées par l'air jusqu'à une hauteur de trente mètres et transportées sur plusieurs kilomètres. La circulation atmosphérique domine les aphides à cause de leur faible capacité de voler (1,6 à 3,1 Km/h) relative à la vitesse du mouvement de l'air dans lequel ils volent. Si la vitesse dépasse 3Km/h, les aphides ne contrôlent plus leur direction et sont alors transportées sur de longues distances. Les formes non ailées, les nymphes, selon le même auteur, ne peuvent se déplacer que sur de petites distances et c'est probablement le cas dans cette étude.

Conclusion

La propagation de la maladie dans cette expérience, a montré qu'elle est liée d'abord à la variété ensuite au vecteur et enfin à la distance séparant cette variété de la source d'inoculum externe. Ainsi, la cinétique de propagation a varié non seulement chez les deux variétés mais suivant la distance. Pour ce qui concerne la variété Gorom local, représentant le groupe des variétés sensibles, le taux d'infection des plants dans les parcelles est inversement proportionnel à la distance d'éloignement de l'inoculum. En effet, au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la source d'inoculum, l'incidence de la maladie diminue chez chaque variété. Chez les deux variétés, les plus faibles incidences ont été notées dans les parcelles situées à vingt-cinq mètres de l'inoculum (44% chez Gorom et 7% chez Kvx61-1) et correspondent au cas d'une année de forte épidémie (2012 et 2013). Chez la variété Kvx61-1, représentant le groupe des variétés résistantes les variations des taux d'infection observée selon les distances ne sont pas significatives. Un des aspects de cette

étude vise à prévoir le développement des épidémies du CABMV qui repose sur la connaissance de l'inoculum initial, de ces états évolutifs et surtout de la réceptivité de la plante hôte ou en d'autres termes de la variété. Ainsi, une séparation de 25 mètres peut limiter la propagation de l'épidémie d'un champ à un autre, notamment chez les variétés sensibles si une précaution est prise en vue de réduire les populations des pucerons par traitement insecticide. Compte tenu du fait que le virus est disséminé par les pucerons, le contrôle des populations du vecteur par traitement insecticide pourrait être un moyen supplémentaire de choix.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêt.

CONTRIBUTION DES AUTEURS

BJN a suivi des tests, collecté des données et a rédigé le manuscrit ; PEZ a suivi les tests, collecté les données et a participé à la correction du manuscrit ; JBST a suivi les tests ; OT a supervisé les travaux, analysé les données et à corriger le manuscrit.

REFERENCES

- Adigoun FA, 2002. Impact des traitements phytosanitaires du niébé sur l'environnement et la santé des populations: cas des Klouékanmé et de la basse vallée de l'Ouémé (Bénin). Mémoire de maîtrise professionnelle, Université d'Abomé Calavi (UAC) 71p.
- Akubor PI, Onimawo IA. 2003. Functional properties and performance of cowpea/plantain/wheat flour blends in biscuits. *J. Plant Food Hum. Nutr.*, **58**: 1-8. DOI: 10.1023/B: QUAL.0000040342.75650.5c
- Alonso-Prados JL, Luis-Arteaga M, Alvarez JM, Moriones E, Batile A, Lavina A, Garcia-Arenal F, Fraile A, 2003. Epidemics of aphid-transmitted viruses in melon crops in Spain. *Europ. J. plant pathol.*, **109**: 129-138. DOI: 10.1023/A:1022598417979

- Atachi P, Dannon AE, Arodokoun DY, Tamo M, 2002. Distribution and sampling of *Marucavitrata* (FABRICIUS) (Lep., Pyralidae) larve on *Lonchocarpussericeus* (PÛIR) H. B. and K. *J Appl. Ent.*, **126**: 188 - 193. DOI: 10.1046/j.1439-0418.2002.00633.x
- Bado BV. 2002. Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéennes et soudanienne du Burkina Faso. Thèse de l'Université Laval, Quebec, Canada, 197 p.
- Bashir M, Hamad Z, Ghafoor A, 2002. Cowpea aphid-borne mosaic potyvirus: a review. *Int. J. of Pest Manag.*, **48**: 155-168. DOI:10.1080/09670870110118722
- Cissé N, Hall AE, 2003. Traditional Cowpea in Senegal, a case study. www.FAO. Org/ag/AGP/AGPC/doc/publicat/Cowpea Cisse/Cowpea Cisse.htm. 27p.
- De Assis S, Filho FM, Sherwood JL. 2000. Evaluation of seed transmission of Turnip yellow mosaic virus and Tobacco mosaic virus in *Arabidopsis thaliana*. *Phytopathology*, **90**: 1233-1238. DOI: 10.1094/PHYTO.2000.90.11.1233
- Estay S, Lima M, Harrington R. 2008. Climate mediated exogenous forcing and synchrony in populations of the oak aphid in the UK. *Oikos*, **118**: 175-182. DOI: 10.1111/j.1600-0706.2008.17043.x
- FAO STAT. 2013. Production végétale, quantité produite et superficies emblavées : [http:// faostat.fao.org](http://faostat.fao.org). (consulté le 22/05/2015 à 18h 05)
- Fauquet CM, Mayo MA, Maniloff J, Desselberger U, Ball LA. 2005. *Virus taxonomy. Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. Elsevier Academic Press: San Diego; 1259.
- Husson O, Charpentier H, Razanamparany C, Moussa N, Michellon R, Naudin K, Razafintsalama H, Rakotoarinivo C, Rakotondramanana, EnjalricF, Seguy L. 2010. Mais ou sorgho associé à une légumineuse alimentaire volubile (Dolique, Niébé ou *Vignaumbellata*). Manuel pratique du semis direct à Madagascar. Volume I. Chapitre I.
- Jackson JC. 2009. Protein nutritional quality of cowpea and navy bean residue fractions. *African Journal of Food Agriculture and Development*, **9**: 764-778. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ajfand.v9i2.19225>
- Kabore B. 2004. Les contributions en azote des légumineuses, des amendements organominéraux dans les systèmes de culture: impact sur les rendements des céréales et sur la fertilité des sols à long terme. Mémoire IDRI/Agronomie / Université Polytechnique de Bobo dioulasso, Burkina Faso, 77 p.
- Kareem KT, Taiwo MA. 2007. Interaction of viruses in cowpea: effects on growth and yield parameters. *Virology Journal*, **4**: 15-21. DOI:10.1186/1743-422X-4-15. <http://www.virologyj.com/content/4/1/15>.
- Laamari M, Khelfa L, Cœur d'Acier A. 2008. Resistance source to cowpea aphid (*Aphis craccivora* Koch) in broad bean (*Vicia faba* L.) Algerian landrace collection. *Afr. J. Biotech.*, **14**: 2486-2490. DOI: 10.5897/AJB07.804. <http://www.academicjournals.org/AJB>
- Leung H, Zhu Y, Revilla-Molina I, Fan J X, Chen H, Pangga I, Veracruz C, Mew Tw. 2003. Using genetic diversity to achieve sustainable rice disease management. *Plant Dis.*, **87**: 1156-1169. DOI : <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS.2003.87.10.1156>
- Modu Y, Putai AJ, Petu-Ibikunle AM. 2010. An Economic Analysis of Cowpea Production among Women Farmers in Askira/Uba Local Government Area Borno State Nigeria. *Afr. J. Gen Agric.*, **6**: 7-17. <http://www.asopah.org>
- Muhammad SW, Muhammad AA, Makhdoom H, Javed A, ZulkiffalM, Waseem S. 2010. Aphid dynamics in relation to meteorological factors and various management practices in bread wheat.

- J. Plant Protct. Res.*, **50**(3): 385-392.
DOI: 10.2478/v10045-010-0065-6
- Néya BJ, Zabré J, Millogo RJ, Guinko S, Konaté G, 2008. Propagation of the CABMV from Infected Seeds in Three Zones of Burkina. *Plant Pathol. J.* **7** (1): 75-84. DOI:10.3923/ppj.2008.75.84:<http://scialert.net/abstract/?doi=ppj.2008.75.84>.
- Néya BJ. 2011. Sérologie, pathogénie, épidémiologie et contrôle de La mosaïque *cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) du niébé (*vigna Unguiculata*(L.) Walp.) Transmise par des pucerons (*aphiscraccivora*, *a.gossypii*) au Burkina Faso. Thèse présentée à l'UFR/ Sciences de la Vie et de la Terre Pour obtenir le titre de Docteur de l'Université de Ouagadougou Spécialité: Sciences Biologiques Appliquées Option: Phytopathologie, 218.
- Niang ISO, 2004. Cowpea productivity improvement In the African Agricultural Technology Foundation (AATF).
- Ng JCK, Perry KL. 2004. Transmission of plant viruses by aphid vectors. *Mol. Plant Pathol.*, **5**: 503-511. DOI: 10.1111/j.1364-3703.2004.00240.x