

Les effets de la Mosaïque Africaine du Manioc à Kindu et ses environs (RD Congo)

[The impact of African cassava mosaic in Kindu and its surroundings (DR Congo)]

Martin MUTUZA BAKUZEZIA

ISEA-Maniema, ISP-Kibombo, ISDR-Kindu, Université de Kindu, RD Congo

Copyright © 2019 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The African Mosaic of the Cassava is a disease caused by a *geminivirus* transmitted by the white fly (*Bemisia tabaci*) in the intertropical zone. This virus contributes to significant drops of the output of the cassava in several African countries, of which the Democratic republic of Congo, where the reduction in the production would be currently allotted to him. For better appreciating the importance of its effects, a study was conducted on fields of cassava to Kindu and its hinterlands in the province of Maniema as a Democratic republic of Congo of 2017-2018. Parameters related to the disease (the incidence, the foliar rate of attacks, the index of gravity of the symptoms and the loss of output) were studied. The study carried out with Kindu showed an average incidence of the disease of 72.26% and one average rate of foliar attack of 75.41%. For the other sites/localities retained the incidences of the disease varied from 91.7% (Mikonde Pk5); 86.6% (Kampala Pk 11); 83.28% (Katako Pk7); 74.62% (Shenge Pk4); 73.38% (Lukungu Pk7) with 38.04% (Lwama Pk7), whereas the rate of foliar attack of the sick seedlings by sites varied from 85.48% to 53% is an average of 72%. In addition, 74.6% of the seedlings studied expressed the disease. Sick seedlings have IGS (Index of Gravity of the Symptoms) worrying (2 to 5), likely cause a drop in the production in the studied zones. The economic impact of the African mosaic resulted in a loss of output at the level of the tubers reducing to a significant degree the efforts of the country farmers. The results got in this study show a relatively worrying situation clearly, deserving a constant intervention. The characterization of the virus, the agronomic research and the creation of the new varieties of cassava tolerant and/or resistant to the African mosaic would prove to be essential.

KEYWORDS: African mosaic, Disease of the Cassava, Lower output, Propagation of pandemic, IGS (Index of Gravity of the Symptoms).

RESUME: La Mosaïque Africaine du Manioc est une maladie causée par un *geminivirus* transmis par la mouche blanche (*Bemisia tabaci*) dans la zone intertropicale. Ce virus contribue à une baisse importante du rendement du manioc dans plusieurs pays africains, dont la République Démocratique du Congo, où la diminution de la production lui serait actuellement attribuée. Pour mieux apprécier l'importance de ses effets, une étude a été menée sur des champs de manioc à Kindu et ses hinterlands dans la province du Maniema en République Démocratique du Congo de 2017-2018. Des paramètres liés à la maladie (l'incidence, le taux d'attaques foliaires, l'indice de gravité des symptômes et la perte de rendement) ont été étudiés. L'étude réalisée à Kindu a montré une incidence moyenne de la maladie de 72,26% et un taux moyen d'attaque foliaire de 75,41%. Pour les autres sites/localités retenus les incidences de la maladie ont varié de 91,7% (Mikonde Pk5) ; 86,6% (Kampala Pk11) ; 83,28% (Katako Pk7) ; 74,62% (Shenge Pk4) ; 73,38% (Lukungu Pk7) à 38,04% (Lwama Pk7), alors que le taux d'attaque foliaire des plants malades par sites a varié de 85,48% à 53% soit une moyenne de 72%. Par ailleurs, 74,6% des plants étudiées ont manifesté la maladie. Des plants malades ont des IGS (Indice de Gravité des Symptômes) inquiétants (2 à 5), susceptibles de faire baisser la production dans les zones étudiées. L'impact économique de la mosaïque africaine s'est traduit par une perte de rendement au niveau des tubercules réduisant de façon significative les efforts des paysans cultivateurs. Les résultats obtenus dans cette étude montrent clairement une situation relativement inquiétante, méritant une intervention soutenue. La caractérisation du virus, la recherche agronomiques et la création des nouvelles variétés de manioc tolérantes et/ou résistantes à la mosaïque africaine s'avèreraient indispensables.

MOTS-CLEFS: Mosaïque africaine, Maladie du Manioc, Baisse de rendement, Propagation de la pandémie, IGS (Indice de Gravité des Symptômes).

INTRODUCTION

La mosaïque africaine est une maladie du Manioc qui a été décrite pour la première fois en Afrique de l'Est, notamment en Tanzanie par WARBURG (1894). Le virus responsable a été caractérisé par STOREY et NICHOLS (1938). Celui-ci appartient au groupe des **Geminivirus** transmis en zone intertropicale par la mouche blanche (*Bemisia tabaci*). Sa présence a été observée par la suite, au cours de la première moitié du 20^e siècle, dans la plupart des pays d'Afrique intertropicale (KONATE et al, 1995 ; FARGETTE, 1987).

Actuellement elle atteint en Afrique, la quasi-totalité des pieds de manioc cultivés. Les pertes de production s'échelonnent entre 5 et 95% suivant la variété utilisée et les conditions d'environnement et de cultures considérées (THRESH, et al 1997 ; LEGG 1999). L'Afrique centrale ne semble pas épargnée par ce fléau ; le virus a, en effet, été identifié au Cameroun, au Congo, en République Démocratique du Congo et au Gabon (LEGG et FAUQUET 2004).

Pour ce qui est de Kindu et ses environs, aucun travail scientifique n'a été réalisé sur la mosaïque du manioc dans le but d'identifier les virus qui seraient responsables de la maladie dans la ville et ses hinterlands. Signalons toutefois l'étude de Bernard SANGO et MUCHAPA MUSIWA (2010) mais celle-ci s'était focalisée uniquement sur l'incidence de la mosaïque Africaine du manioc sur trois cultivars introduit par la Caritas (Liyayi, Sawasawa, et Sukisa) et les dégâts dus aux ravageurs et d'autres maladies associées.

Les objectifs poursuivis par cette recherche étaient de mener une étude urgente pour rendre compte de l'ampleur des dégâts de la mosaïque Africaine à Kindu et ses environs, de façon à mettre en place une stratégie de gestion de la maladie.

La présente étude se propose de mettre en évidence les indices de la mosaïque africaine, d'évaluer l'ampleur de la contamination à Kindu et de préciser dans quelle mesure elle aurait réduit la consommation de manioc, aliment de base du pays en générale et de la province du Maniema en particulier.

PROBLÉMATIQUE DES IMPACTS NÉGATIFS DE LA MOSAÏQUE DU MANIOC À KINDU

Le manioc, l'une des cultures vivrières importantes en République démocratique du Congo, joue un rôle limitant tant dans la contribution à la sécurité alimentaire qu'à l'expression de la génération des revenus. Le manioc constitue l'aliment de base pour environ 70% de la population de la R.D.C. il constitue une excellente source de calories peu coûteuse pour la population des pays en développement. D'après les statistiques agricoles en RDC, le manioc vient en tête des produits vivriers (MAHUNGU, 1984).

L'habitude alimentaire liée à la consommation du manioc est très développée au sein de la quasi-totalité de la population de Kindu. Des tentatives de substitution du manioc par d'autres denrées sembleraient très difficiles, du moins dans le contexte actuel où la maladie n'a pas encore atteint son apogée. Il n'existerait pas dans la province du Maniema un aliment pouvant se substituer au manioc en cas de pénurie, du fait du rôle que cette denrée joue dans les habitudes alimentaires, bien que d'autres tubercules et des céréales soient cultivés.

Une épidémie sévère du manioc y laisserait des conséquences durables au sein de la population, qui se traduirait sans doute par la malnutrition, la baisse de rendement au travail, une migration vers les zones non touchées. Cette situation pourrait être considérée comme une « catastrophe ». La maladie aurait évolué pendant longtemps d'une manière silencieuse, pour se révéler inquiétante ces dernières années, comme dans la plus part des pays africains d'ailleurs. Les symptômes caractéristiques de la maladie sur les plants n'ont jamais été constatés par les paysans de Kindu et ses environs comme un fait néfaste. C'est surtout l'apparition récente des plants à indice de sévérité élevé (4 ou 5) qui a commencé à attirer leur attention, car à ce niveau de sévérité, les plants deviennent chétifs avec une réduction de 80 à 90% de la surface foliaire, occasionnant des pertes de rendement importantes. Les paysans producteurs de manioc, qui, en majorité, ignorent l'existence de la maladie et ne disposent pas de méthode pour la combattre se plaignent de la situation.

Par ailleurs, la mise en place des nouvelles cultures, en mettant en place des boutures infectées, ne ferait que multiplier la charge virale, la réplication du virus ne s'opérant que dans de jeunes plants.

L'épidémiologie de la maladie virale transmise par le vecteur repose sur quatre principaux facteurs qui interagissent. Il s'agit de l'agent pathogène, des plantes hôtes, du vecteur et des paramètres environnementaux (MONDE, 2013).

Agent pathogène – Plantes – Vecteur - Environnement / Conditions climatiques

L'étude épidémiologique nécessite au préalable une connaissance approfondie de l'agent pathogène axée sur les aspects pathologique, sérologique et moléculaire. Une bonne connaissance de l'étendue des dégâts provoqués par la maladie est indispensable ; c'est ce qui fera l'objet de nos travaux sur terrain. Les résultats, qui vont en découler, peuvent apporter des informations utiles aux producteurs, aux ONG, aux pouvoirs publics et aux entités travaillant sur le manioc.

A la lumière des connaissances épidémiologiques, des méthodes de lutte contre la mosaïque africaine du manioc seront élaborées et testées, puis en milieu paysan, dans le but de contribuer à l'amélioration du rendement de cette culture dans la province du Maniema.

1 SITES, MATERIELS ET METHODES D'ETUDE

1.1 SITES D'ÉTUDE

Ce travail a été mené à Kindu expérimentalement d'abord, puis dans certaines localités environnantes notamment Shenge (Pk4, route Kibombo), Katako (Pk7, sur la même route menant vers Kibombo), Lwama (Pk7, site universitaire), Mikonde (Pk5, route Kasongo), Lukungu (Pk7, route Kalima), et Kampala (Pk11, sur la route Kalima) ; pour vérifier les causes de la maladie de la mosaïque africaine du manioc et ces effets sur la culture de manioc (*Manihot esculenta*).

L'étude de l'évolution de la maladie a été réalisée à Kindu de Mars 2017 à Mars 2018. Quant aux autres localités et sites retenus, elles ont été réalisées d'octobre 2017 à juin 2018.

Cependant, la ville de Kindu se situe à 497m d'altitude, entre 25° 55' de longitude ouest, et 20° 57' latitude sud et elle est limitée :

- Au nord par le territoire de Kailo ;
- Au sud par le territoire de Kasongo et de Kabambare ;
- A l'est par le territoire de Pangi ;
- A l'ouest par le territoire de Kibombo et la province du Kasai orientale (Nyongombe, 2006).



Fig. 1. Localisation du site d'étude

Source : Photo Projet ONG Usafi asbl

1.2 MATÉRIELS UTILISÉS

1.2.1 MATÉRIEL BIOLOGIQUE

Le matériel végétal objet de l'étude était constitué uniquement par des plants de manioc (*Manihot esculenta*) issus de champs de Kindu et des différentes localités et/ou sites retenues.

1.2.2 MATÉRIELS NON BIOLOGIQUES

Comme matériels d'investigation, nous avons utilisé : un instrument de mesure de longueur (mètre à ruban, Décamètre) ; une pèse ; des fiches de collecte des données et stylos ; un appareil photo numérique ; des machettes, des houes ; et l'échelle de gravité de Cours (1951) qui nous a servi comme documentation pour la cotation des degrés de sévérité des symptômes.

1.3 MÉTHODES

L'étude des impacts négatifs et de la propagation de la mosaïque africaine a essentiellement porté sur les plants de manioc infectés ou non présent dans le champ à Kindu et des champs en milieu paysan de six sites retenus.

1.3.1 MÉTHODES DES CARRÉS

A Kindu, a été étudié un champ expérimental comportant plusieurs cultivars (plus ou moins cinq cultivars) dont la récolte des données a commencé trois mois après la mise place de la culture. Les mesures des paramètres phytosanitaires ont été faites mensuellement pendant 8 mois. Dans le champ, d'une superficie de 1ha, ont été délimités cinq carrés représentant chacun 12m².

Ces carrés étaient disposés de la manière suivante : 4 sur les angles et 1 au centre pour vérifier la vitesse de propagation au niveau d'une parcelle. La récolte a été effectuée dans le but d'évaluer le rendement des différents cultivars et le décalage entre les plantes infectées et non infectées.

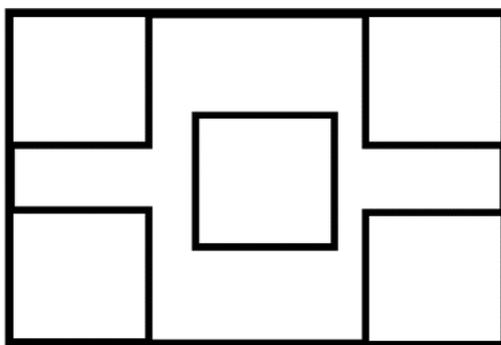


Fig. 2. Méthodes des 5 carrés

1.3.2 MÉTHODE PROSPECTIVE (RONDE PHYTOSANITAIRE)

Quelque temps après la mise en place de la première étude, une prospection pour déterminer l'impact de la maladie à grande échelle et les causes de sa propagation a été réalisée dans 85 champs de manioc répartis dans les sites/localités retenues d'une manière aléatoire.

Par site/localité, 14 champs ont été visités en moyenne. 2074 plants, dont 1570 pour l'estimation de l'incidence contre 504, ont été analysés. Aussi 37 cultivars différents du manioc ont-elles été identifiés. Cette prospection avait pour but de déterminer l'incidence de la maladie, l'impact de celle-ci sur le développement et le rendement du manioc, et d'identifier les causes de la propagation et les cultivars résistants ou tolérants.

1.3.3 ANALYSE DES DONNÉES

Des paramètres ont été mesurés et collectés, des moyennes ont été calculés pour : l'état phytosanitaire du manioc, le nombre de feuilles atteintes par plant, l'indice de sévérité, la population des mouches blanches, le poids de tubercules par plant et le nombre de tubercule par plant.

- **L'état phytosanitaire du manioc ou incidence** : a consisté à observer l'état des plants (malades ou sains), puis à déterminer le pourcentage des plants du manioc malades par simple comptage dans le champ ;
- **Le nombre des feuilles atteintes par plant** : a été utilisé pour déterminer la proportion des feuilles atteintes des plants malades, en vue d'évaluer la sévérité de la maladie. L'étude n'a été réalisée que sur la branche principale du plant ;
- **Le nombre de population des mouches blanches (*Bemisia tabaci*)** : a consisté à observer le nombre de mouche par plant sur les feuilles, en vue d'évaluer les fluctuations dans une parcelle ;
- **L'indice de sévérité (ou indice de gravité des symptômes de Cours)** : a conduit à apprécier le degré de gravité de la maladie sur les plants. L'échelle d'indice de gravité des symptômes (IGS) varie de 0 à 5. Les plants sains ont degré de sévérité 0.

Les plants malades ont un indice variant de 1 à 5, soit du moins au plus sévère. Cette échelle a conduit à coter les degrés de sévérité des symptômes de la manière suivante :

Degré 5 : feuilles réduites au 1/10^e de leur surfaces, rameaux atrophiés, la plante dépérit et meurt en quelques mois ;

Degré 4 : quasi-totalité des limbes recroquevillés, appareil végétatif réduit ;

Degré 3 : feuilles atteintes déformées, partiellement recroquevillées, appareil végétatif réduit ;

Degré 2 : taches couvrant la moitié du limbe, apparition des déformations foliaires ;

Degré 1 : taches jaunâtres couvrant 1/5^e du limbe foliaire ;

Degré 0 : pas de symptômes.

L'évaluation des indices n'a été faite que sur les cinq dernières feuilles de chaque plant.

- **Le poids de tubercule par plant** : a été employé pour montrer l'incidence de la maladie sur le rendement du manioc. Les tubercules ont été récoltés et pesés par plant dans les champs retenus. Une moyenne arithmétique a été établie par cultivar, par champ récolté et en suite une moyenne générale a été tirée ;
- **Le nombre de tubercules par plant** : a été aussi déterminé dans des champs où la récolte a eu lieu pour évaluer l'impact de la maladie sur la tubérisation du manioc.

Les deux derniers paramètres ont été mesurés après la récolte. Le nombre de tubercules et le poids découlant des plants malades ont été relevés de même que ceux de plants sains. Des moyennes globales ont été calculées pour chacun des deux cas (sain et malade) ; de même ; un rapport entre le poids des tubercules des plants sains et des plants malades a été établi pour déterminer le quotient de la perte de rendement par cultivar.

1.4 DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

Pendant notre investigation nous sommes confrontés à des difficultés entre autres :

- Le manque d'appareil nécessaire pour approfondir l'étude ;
- Le manque de laboratoire pour une connaissance préalable de l'agent pathogène axée sur les aspects pathologiques, sérologiques et moléculaire ;
- Le moyen financier nous a coûté aussi bien que le moyen de transport et la communication.

2 PRINCIPAUX RESULTATS

2.1 PRÉSENTATION ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Les résultats des travaux sont présentés selon la nature ou le genre de sites utilisés dans l'identification ; urbain (Kindu expérimentalement) et les environs ou hinterland (Shenge Pk4, Katako Pk7, Lwama Pk7, Mikonde Pk5, Lukungu Pk7, Kampala Pk11).

2.1.1 EVOLUTION DE LA MALADIE EN ZONE URBAINE DE KINDU

A Kindu, l'étude effectuée dans le champ expérimental de manioc à la rive droite du fleuve (Alunguli) a porté sur 264 plants répartis dans les cinq carrés, comprenant cinq cultivars différents : Butamu, Kabombo, Mwezisita, Kavide et F100 qui sont des cultivars locaux dénommés en langue vernaculaire par les paysans.

2.1.1.1 INCIDENCE DE LA MALADIE AU COURS DU TEMPS SUR LES CINQ (5) CULTIVARS DE MANIOC À KINDU

Tableau 1. Incidence de la maladie sur les différents cultivars de manioc (en %) juillet 2017-Février 2018

Mois	Cultivars		Butamu		Kabombo		Mwezisita		Kavide		F100		Incidence moyenne
	E	%	E	%	E	%	E	%	E	%	E	%	
Juillet	42	83,3	98	72,4	72	77,7	34	64,7	18	88,8			77,38
Août	42	71,4	98	75,5	72	81,5	34	67,6	18	72,2			73,64
Septembre	42	80,9	98	70,4	72	62,5	34	76,4	18	83,3			74,70
Octobre	42	76,1	98	71,4	72	72,2	34	70,5	18	77,7			73,58
Novembre	42	69,0	98	66,3	72	70,8	34	73,5	18	72,2			70,36
Décembre	42	78,5	98	63,2	72	70,0	34	61,7	18	66,6			68,00
Janvier	42	66,6	98	61,2	72	68,0	34	82,3	18	61,1			67,84
Février	42	59,1	98	83,6	72	84,7	34	58,3	18	77,7			72,78
Incidence moyenne	73,1		70,5		73,4		69,4		74,9				72,26

Les résultats montrent que tous les cultivars étudiés se sont révélés sensibles à la mosaïque africaine avec des nuances et ont présenté des incidences très élevées, qui oscillent de 69,4% à 74,9% pour une moyenne de 72,26%. Le cultivar Butamu a connu une baisse de l'ordre de 24,2% en 8mois. Cette chute peut être expliquée par l'élaboration des substances favorisant la résistance de la plante à la maladie.

Dans l'ensemble, l'incidence la plus faible a été enregistrée au mois de janvier (67,84%) et la plus élevée au mois de juillet (77,38%). Ces résultats mettent en évidence des paramètres climatiques qui ont une influence sur l'évolution de la maladie ; le mois de juillet étant une période favorable à l'expression de celle-ci (Mollard, 1987). Le mois de juillet correspond à la période de saison sèche, cette dernière favoriserait donc l'attaque foliaire des plants.

2.1.1.2 EVOLUTION DU TAUX D'ATTAQUE DES PLANTS MALADES DES CINQ CULTIVARS EN FONCTION DU TEMPS

Tableau 2. Evolution du taux d'attaque foliaire des plants malades à Kindu (%)

Mois	Cultivars	Kavide	Kabombo	Butamu	Mwezisita	F100	Taux moyen
Juillet		51,00	95	80,25	87,00	81,36	78,92
Août		52,70	85	77,94	83,60	90,63	77,97
Septembre		52,22	84	78,33	78,94	83,92	75,48
Octobre		53,60	89	73,28	77,11	83,37	75,27
Novembre		50,00	91	75,22	75,27	71,82	72,66
Décembre		51,90	80	77,00	80,38	82,22	74,3
Janvier		58,88	78,99	72,95	79,20	75,36	73,07
Février		65,00	82,47	74,83	77,64	78,49	75,68
Σ		435,3	685,46	609,6	639,14	647,17	//////////
X		54,41	85,68	76,2	79,89	80,89	75,41

Pour les cinq cultivars, se remarque une faible variation de taux foliaire à Kindu sur le pas de temps considéré (tableau n°5). Le plus faible taux (50%) a été au mois de novembre avec le cultivar Kavide, et le plus élevé (95%) au mois de juillet avec le cultivar Kabombo.

Les taux moyens sont en fait très élevés et varient de 54,41% à 85,68% avec une moyenne générale de 75,41%. Ceci montrerait localement la grande sensibilité de ces cultivars à la mosaïque africaine.

La variation temporelle du taux global d'attaque foliaire semble moins significative passant de 78,92% au mois de juillet à 75,68% au mois de février. Cette tendance devrait se traduire dans les différents niveaux de gravité des symptômes de la maladie.

2.1.1.3 EVOLUTION DU TAUX DES MOUCHES BLANCHES SUR LES PLANTS DE CINQ CULTIVARS EN FONCTION DU TEMPS

Tableau 3. Evolution du taux des mouches blanches à Kindu

Mois	Cultivars		Butamu		Kabombo		Mwezisita		Kavide		F100		Taux moyen
	E	%	E	%	E	%	E	%	E	%	E	%	
Juillet	05	12,5	04	10	07	17,5	10	25	04	10			15
Août	06	15,0	12	30	06	15,0	07	17,5	09	22,7			20
Septembre	11	27,5	10	25	10	25	05	12,5	05	12,5			20,5
Octobre	09	22,5	07	17,5	08	20	13	32,5	08	20			22,5
Novembre	06	15,0	05	17,5	12	30	12	30	10	25			22,5
Décembre	13	32,5	11	27,5	12	30	08	20	14	35			29
Janvier	04	10,0	06	15,0	05	12,5	04	10	03	7,5			11
Février	06	15,0	03	7,5	08	20	09	22,5	07	17,5			16,5
Taux moyen	18,75		18,12		21,25		21,25		18,77				19,62

Les résultats montrent que l'étude effectuée à Kindu sur la population des mouches blanches et les fluctuations dans le champ a porté sur 40 plants pour chaque cultivar.

Pour les cinq cultivars, se remarque une faible variation du taux des mouches blanches (*Bemisia tabaci*) sur le temps considéré, qui oscille de 18,12% à 21,25% pour une moyenne générale de 19,62. Dans l'ensemble, le taux le plus faible a été enregistré au mois de février (11%) et le plus élevé au mois de décembre (29%).

Ces résultats mettent en évidence les paramètres climatiques qui ont une influence sur le développement et l'évolution des mouches blanches. Le mois de décembre étant pendant la période pluvieuse ; cette dernière favoriserait donc le développement et les fluctuations des mouches blanches.

2.1.1.4 IMPACT D'INDICE DE GRAVITÉ DES SYMPTÔMES (IGS) SUR LE RENDEMENT DES CULTIVARS ÉTUDIÉS

Tableau 4. Impact d'IGS de la maladie sur le rendement à Kindu

Cultivar	Kabombo					
IGS	0	1	2	3	4	5
Nombre de plants	17	17	17	17	17	-
Nombre de tubercules	41	37	26	22	19	-
Poids de tubercule en(Kg)	21,8	19,7	15,6	13,3	9,4	-
Cultivar	Mwezisita					
IGS	0	1	2	3	4	5
Nombre de plants	15	15	15	15	15	-
Nombre de tubercules	34	30	20	19	15	-
Poids de tubercule en(Kg)	20,4	16,1	14,2	10,9	7,5	-
Cultivar	Kavide					
IGS	0	1	2	3	4	5
Nombre de plants	21	21	21	21	-	-
Nombre de tubercules	41	38	30	21	-	-
Poids de tubercule en(Kg)	29,9	23,7	19,9	16,1	-	-
Cultivar	Butamu					
IGS	0	1	2	3	4	5
Nombre de plants	15	15	15	15	15	-
Nombre de tubercules	45	34	28	20	16	-
Poids de tubercule en(Kg)	19,2	16,5	13,7	11,1	9,8	-
Cultivar	F100					
IGS	0	1	2	3	4	5
Nombre de plants	10	10	10	10	10	10
Nombre de tubercules	32	27	22	19	15	13
Poids de tubercule en(Kg)	24,9	21,7	18,8	16,6	11,2	7,1
Moyenne des cinq (5) cultivars						
IGS	0	1	2	3	4	5
Nombre de plants	78	78	78	78	-	-
Nombre de tubercules	193	166	116	101	-	-
Poids de tubercule en(Kg)	116,2	97,7	82,2	68	-	-
Chute/baisse de rendement	-	84,07	70,7	58,5	-	-
Perte de rendement (%)	0	15,93	29,26	41,50	-	-

Les résultats montrent que l'IGS a un impact sur le rendement des cinq cultivars dans la zone de Kindu. Plus l'IGS augmente, plus le rendement chute. La baisse du rendement à l'indice 1 est de 84,07% (perte de 15,93%) ; à l'indice 2 de 70,7% (perte de 29,26) ; et à l'indice 3 de 58,5% (perte de 41,50%).

Ce pendant la production à l'indice 0 représenterait la performance normale, car la plante à ce stade n'est pas infectée. Les plantes malades, à multiples infections n'ont pas été prises en compte, seuls les plants atteints uniquement de la mosaïque africaine ont été retenus pour cette étude.

2.1.2 EVALUATION DE L'IMPACT DE LA MALADIE SUR LES SIX (6) SITES ENVIRONNANTS

Cette extension de l'étude aux environs participe à a comparaison de la manifestation de la mosaïque du manioc entre les six (6) sites considérés (Shenge Pk4, Katako Pk7, Lwama pk7 (site universitaire), Mikonde Pk5, Lukungu Pk7 et Kampala Pk11) et la tendance qu'elle dégage par rapport à la zone urbaine, tout en soulignant des paramètres climatiques et techniques culturelles utilisée.

2.1.2.1 INCIDENCE DE LA MALADIE

Tableau 5. Incidence de la maladie dans les différents sites environs

Sites	Nombre des plants sains	Nombre des plants malades	Incidence (%)	Nombre des cultivars identifiés par site
Mikonde Pk5	19	210	91,70	6
Kampala Pk11	42	273	86,60	12
Katako Pk7	55	274	83,28	8
Shenge pk4	84	247	74,62	7
Lukungu pk7	177	488	73,38	10
Lwama Pk7	127	78	38,04	4
Total	504	1570	74,60	47

La maladie de la mosaïque africaine du manioc a été observée dans nombreux de champs visités ou identifiés des six sites d'environs. Son incidence varie d'une localité à une autre et d'un cultivar à un autre. La présence du vecteur de la maladie c'est-à-dire la mouche blanche a été aussi notée dans les dites localités considérées y ont manifesté une sensibilité à la mosaïque, mais à des de degrés divers.

Sur 2074 plants analysés, 504 plants étaient sains et 1570 étaient malades, exposant une incidence moyenne de 74,60%. L'incidence la plus élevée a été enregistrée dans la localité de Mikonde (91%) et la plus faible à Lwama (site universitaire) (38,04%). On constate que cette variation de l'incidence de la maladie s'expliquerait par les techniques culturales utilisées, notamment la densité, qui était faible à Mikonde qu'à Lwama où elle était bien respecter (1mx1m). Cela s'expliquerait aussi par les matériels végétaux utilisées, qui étaient locales à Mikonde qu'à Lwama où s'étaient le cultivar hybride entre le cultivar local et le *Manihot glaziovii*.

2.1.2.2 NIVEAU DE SÉVÉRITÉ DE LA MALADIE

On a utilisé dans ce travail deux paramètres pour étudier la sévérité de la maladie. Il s'agit du taux d'attaque foliaire et de l'indice de gravité des symptômes (IGS) de Cours (1951). La sévérité de la maladie est décrite par le niveau d'expression des symptômes sur les feuilles des plants malades. Elle est appréciée par le nombre des feuilles atteintes par plants qui traduit le taux d'attaque et l'état de dégradation de celles-ci lié à la dépigmentation et la réduction de la surface foliaire, phénomènes qui entravent le développement des tubercules par limitation de la photosynthèse.

L'état de dégradation des feuilles est mesuré par l'échelle de Cours (IGS)

TAUX D'ATTAQUE FOLIAIRE

Tableau 6. Le taux d'attaque foliaire des plants malades par site/localité

Sites/ localités	Attaque foliaire en (%)
Mikonde Pk5	85,48
Kampala Pk11	83,00
Lukungu Pk7	80,00
Katako Pk7	71,86
Shenge Pk4	59,00
Lwama Pk7	53,00
Taux moyen	72,00

Le taux d'attaque foliaire est le pourcentage des feuilles des plants présentant des symptômes de maladie. Ce taux est élevé dans les localités de Mikonde, Kampala, Lukungu, et Katako ; variant de 71% à 85%, mais il est légèrement au-dessous de la moyenne à Lwama (53%) et à Shenge (59%).

Signalons en passant que ces deux derniers sites sont à la rive gauche du fleuve Congo et sont voisins non loin de la petite, donc ils sont situés à un même climat. Ces paramètres climatiques pourraient expliquer le rapprochement de taux d'attaque foliaire dans ces deux sites.

INDICE DE SÉVÉRITÉ OU INDICE DE GRAVITÉ DES SYMPTÔMES (IGS) DE LA MALADIE SUR LE RENDEMENT

Tableau 7. Répartition des plants en fonction de l'IGS, Cours (1951)

IGS	Nombre de plants	%
1	507	32,29
2	648	41,27
3	285	18,15
4	118	07,51
5	12	00,76
Total	1570	100

Le niveau de gravité de la maladie est évalué par le taux d'attaque foliaire et l'indice de la gravité des symptômes qui sont complémentaires.

Le taux d'attaque foliaire est le pourcentage des feuilles atteintes sur les plants malades et l'indice de sévérité décrit l'état de dommage occasionné par la maladie sur les feuilles. Ces dommages se traduisent par la réduction de la surface foliaire, l'enroulement de la feuille sur elle-même et la dépigmentation (tâches jaunes et vert claire).

L'indice de sévérité varie de 0 à 5. L'indice 0 désigne les plants sains, et les indices 1 à 5 représentent les plants malades dont l'aggravation de la maladie engendrerait la hausse de l'incidence de sévérité. On constate d'après ces résultats, que 67% des plants infectés dans les six sites/localités affichent des indices de sévérités qui varient de 2 à 5.

Cette situation serait inquiétante car à partir de l'indice 2, la production est divisée de par 2, et, à partir de l'indice 3 la baisse de production atteint les trois-quarts, elle chuterait donc de moitié ou de deux tiers proportionnellement à l'étendu du champ. Ce ci affecterait sensiblement le rendement à l'échelle des champs étudiés.

IMPACT DE L'IGS DE LA MALADIE SUR LE RENDEMENT DES CHAMPS

Tableau 8. Impact d'IGS sur le rendement

IGS	0	1	2	3	4	5
Nombre de plants	22	22	22	22	-	-
Nombre de tubercules	41	37	26	21	-	-
Poids de tubercules	23,8	20,7	15,6	13,3	-	-
Baisse/chute de rendement(%)	-	86,97	63,02	55,8	-	-
Perte de rendement (%)	-	13,03	36,98	44,2	-	-

« Plus l'indice de sévérité augmente, plus le rendement chute » tel est l'enseignement tiré de l'impact de l'IGS de la maladie sur le rendement des sites retenus. Les mêmes résultats attestent que le volume de tubercules par plant diminue avec la gravité de la maladie. Pendant les récoltes, le nombre des plants manifestant la maladie à l'indice 4 et 5 a été statistiquement insuffisant et n'a pas été prise en compte dans l'analyse des données.

La chute de rendement et l'inhibition du développement des tubercules s'expliqueraient par le niveau de dégradation des feuilles. Celles-ci sont responsables de la photosynthèse, opération par laquelle les glucides (amidon) sont synthétisés et stockés au niveau des tubercules.

La dégradation des feuilles a, ainsi, une répercussion directe sur le rendement du manioc, soit sur le volume de production, ce qui induit un impact économique négatif chez les cultivateurs.

2.1.3 ETUDE DES CARACTÉRISTIQUES MORPHOLOGIQUES ET BIOLOGIQUES DES DIFFÉRENTS CULTIVARS

Parmi les 37 cultivars étudiés, 34 ont manifestés clairement les symptômes de la mosaïque, seuls 3 d'entre eux étaient indemnes au moment de l'identification. Il s'agit de : Kelenga (nom vernaculaire donné par les paysans) ; Sawasawa et Liyayi, des cultivars introduits par la Caritas/Kindu.

Ces trois cultivars pourraient être des cultivars qui tolèrent ou qui résistent à la mosaïque africaine. On a noté aussi 5 cultivars de manioc doux parmi les 45 identifiés. Celui-ci ne contient pas d'acide cyanhydrique, et sa consommation peut se faire à l'état frais ou cuit sans passer par le rouissage.

Ainsi, l'examen de ces données autoriserait à déduire que la plupart des cultivars de manioc cultivés à Kindu et ses environs sont vulnérables à la mosaïque africaine, ce qui peut induire une baisse ou perte de rendement chez beaucoup de producteurs de manioc. Or si ces trois cultivars résistants peuvent être largement diffusés auprès des cultivateurs, on améliorerait le rendement des champs de Manioc.

2.2 DISCUSSION DES RESULTATS

Le manioc est le premier produit vivrier cultivé en République démocratique du Congo. Sa culture est pratiquée sur toute l'étendue du territoire national et conduit à nourrir la quasi-totalité de la population.

Cette culture vitale pour le pays mérite d'y accorder une attention particulière et surtout de la protéger contre la mosaïque africaine qui est une maladie dévastatrice. Celle-ci a été signalée dans plusieurs pays africains comme la première menace contre la culture du manioc. C'est une maladie virale due à un Geminivirus transmis par un vecteur, la mouche blanche (*Bemisia tabaci*). Les épidémies qu'elle a causées en Afrique de l'est ont été désastreuses (Gibson, et al. 1996 ; Legg et Fauquet, 2004), ayant engendré d'énormes pertes de rendement.

C'est cette situation qui aurait suscité une inquiétude à Kindu, justifiant la mise en place d'un projet d'étude relative à la mosaïque africaine du manioc.

L'incidence moyenne de la maladie, observée en 8 mois à Kindu expérimentalement (juillet 2012 à février 2013), et en 9 mois dans les six autres sites/localités (Octobre 2012 à juin 2013), a montré des résultats quelque peu dissemblables. D'environ 72,26% à Kindu, elle est respectivement de 91,70%, 86,60%, 83,26%, 74,62%, 73,38%, et 38,04% ; (avec une moyenne de 74,60%) dans les sites/localités : Mikonde Pk5, Kampala Pk11, Katako Pk7, Shenge Pk4, Lukungu Pk7 et Lwama PK7 (site universitaire) (tableau n°). La plus faible incidence a été enregistrée dans le site universitaire Lwama Pk7 (38,04%) et la plus élevée à Mikonde Pk5 route Kasongo (91,70%).

Cette situation est alarmante et mériterait une attention particulière, car la quasi-totalité des plants du manioc sont infectés. Ce la fait pensé que le non respect des techniques culturales notamment la densité serait un facteur favorisant la propagation mais aussi l'écimage répété (récolte des feuilles). Par ailleurs, on redoute l'introduction dans cet espace d'une souche très virulente ou même des phénomènes de coïnfections qui aggraveraient la situation, comme ce la a été observé dans d'autres pays de la région (Harroson et al, 1997 ; Fondong et al, 2000).

Au début des années 1990, une épidémie de la mosaïque africaine du s'est déclenchée en Ouganda avec une incidence ayant occasionnée une perte de production de plus de 82% (OTIM-NAPE et al, 1997 ; Gibson et al, 1996). Ainsi, l'incidence à Kindu qui se situe à 74,60% est très élevée, et pourrait être vraisemblablement dommageable pour la culture du manioc dans les sites étudiés.

En effet, la souche Ougandaise (EACMV-Ug) est particulièrement virulente, et sa vitesse de propagation est de 20 à 50 m/an (Legg et Ogwal, 1998). L'identification de la souche virale à Kindu et des enquêtes répétés pourraient conduire à la détermination de la vitesse de la propagation du virus. L'importance de l'incidence pourrait être justifiée aussi par la grande sensibilité à la maladie de la mosaïque des 47 cultivars de manioc étudiés. En effet, 44 cultivars sur 47 ont clairement manifesté des signes de maladie, selon des taux de sévérité divers et élevés. Il serait nécessaire qu'un test d'expérimentation s'applique aux trois cultivars.

3 CONCLUSION

Ce travail, le premier de ce genre en Province du Maniema en particulier et en République démocratique du Congo, constitue une source non négligeable d'informations techniques, pouvant orienter une action de recherche phytopathologique, virologique et agronomique. Il signale que la Mosaïque Africaine du Manioc existe bien en province du Maniema et particulièrement à Kindu et ses environs et que les symptômes sont indicateurs d'une baisse de production, comme cela prouvé ailleurs. Cet état des connaissances pourrait être guidé par des tests d'expérimentations et d'analyses poussées pour mieux comprendre l'expansion du phénomène dans le pays en général et dans la province du Maniema en particulier. Il est probable que le Manioc de Kindu présente une grande diversité génétique, le nombre de cultivars différenciables morphologiquement est important.

En effet, la culture du Manioc en République Démocratique du Congo en générale et dans la province du Maniema en particulier est essentiellement pratiquée par des paysans qui utilisent des méthodes traditionnelles ou empiriques. La démarche utilisée a consisté à faire l'état de la situation actuelle concernant la Mosaïque Africaine car on estime que c'était nécessaire avant de passer à la phase expérimentale très poussée. Les résultats de cette étude ont démontré que le Manioc du Maniema est exposé aux effets de la Mosaïque Africaine et qu'une situation catastrophique en découlerait probablement si rien n'est fait, de plus il faut sauvegarder qualitativement et quantitativement la couverture foliaire dont les feuilles tendres sont consommées. Trois cultivars (Sombe Kelenga local ; Sawasawa ; et Liyayi) supposés tolérants ou résistants peuvent être largement diffusés auprès des cultivateurs pour améliorer le rendement des champs de Manioc. L'identification du virus responsable de la maladie, la création de nouvelles variétés et la mise en place d'un laboratoire pour la production des plants in vitro sont envisageables.

Des actions doivent être menées afin d'améliorer le matériel végétal local car les cultivars tolérants ou résistants provenant de programmes de sélection sont toujours peu acceptés par les paysans (fortes ramifications, feuilles peu intéressantes pour la consommation). Il serait nécessaire de régler les mécanismes de transfert de boutures, le contrôle et la distribution de boutures saines, la sélection des cultivars, l'éducation des paysans pour le choix des boutures, l'amélioration des techniques culturales et la maîtrise des différents paramètres agronomiques.

REFERENCES

- [1] 2006, Mémento de l'agronome édition Great P1212 ;
- [2] COURS G., 1951. Le Manioc à Madagascar. Mémoire de l'institut scientifique de Madagascar, série B, Biologie Végétale 3 : 203-416 ;
- [3] FARGETTE D., 1987. Epidémiologie de la Mosaïque Africaine du Manioc en Côte d'Ivoire. Thèse ORSTOM. Paris 243p ;
- [4] FARGETTE C., FAUQUET C. & THOUVENEL J.C. 1985. African cassava mosaic virus. *Annals of applied biology*, 106 : 285-294 ;
- [5] FAUQUET C., FARGETTE D. & THOUVENEL J.C., 1987. Impact de la mosaïque africaine du manioc sur la croissance et le rendement du manioc. Actes du séminaire YAMOOUSSOUKRO. CTA, ORTOM. 19-22 ;
- [6] KONATE G., BARRO N., FARGETTE D., SWANSON M.M & HARRISON B.D., 1995. Occurrence of white fly-transmitted Geminivirus in crops in Burkinafaso, and their serological detection and differentiation. *Annals of applied biology*, 126: 121-129;
- [7] FONDONG V. N., PITA J. S., REY M.E.C., BEAUCHY R.N. & FAUQUET C.M., 2000. Evidence of synergism between Africa Cassava Mosaic Virus and a new double-recombinant geminivirus infecting cassava in Cameroon;
- [8] GIBSON R.W., LEGG J.P. & OTIM-NAPE G.W., 1996. Unusually severe symptom is a characteristic of the current epidemic of mosaic virus disease of Cassava in Uganda.
- [9] HARRISON B. D., OTIM-NAPE G. W., ROBISSON D.J., 1997. Role of a novel type of double infection in the Geminivirus-induced severe cassava mosaic in Uganda.
- [10] LEGG J.P., 1999. Emergence, spread and strategies for controlling the pandemic of Cassava mosaic virus disease in East and Central Africa. *Crop protection*. 18: 627-637
- [11] MAHUNGU, 1984. Rapport PRONAM;
- [12] MONDE G., Questions spéciales des productions, Cours Inédit Faculté des sciences agronomiques, Université de Kindu, 2013 ;
- [13] NTAWURUHUNGA P., OKUJA O., LEGG J.P., BEMBE A. & OBAMBI M., 2002. Situation de la maladie pandémique virale de la mosaïque du manioc en République du Congo, 37p ;
- [14] LEGG J.P., 2004. The effect of cassava geminivirus on symptom severity, growth and root yield of cassava mosaic virus disease-susceptible cultivar in Uganda;
- [15] SANGO ET MUCHAPA, 2010. Incidence de la mosaïque Africaine du manioc sur trois cultivars introduit par la Caritas (Liyayi, Sawasawa, et Sukisa) Mémoire FSA-UNIKI 2010 ;
- [16] STOREY J., & NICHOLS R.F.W., 1938. Studies on the mosaic of cassava. *Annals of applied Biology* 25: 790-806.