

**Evaluation de la teneur en protéines et en chlorophylle dans des feuilles de cinq variétés locales du manioc infectées par la mosaïque en République Centrafricaine**I. Zinga<sup>1\*</sup>, R.D. Longue<sup>1</sup>, E.K. Komba<sup>1</sup>, C. Beaumont<sup>2</sup> & S. Semballa<sup>1</sup>**Keywords:** Cassava- Mosaic disease-Protein- Chlorophyll- Viruses- Central African Republic**Résumé**

*En République Centrafricaine, le manioc est devenu un aliment de base et une source de revenu pour la quasi-totalité de la population rurale. La mosaïque du manioc constitue une menace importante pour la production du manioc et la sécurité alimentaire de la population. La perte de la production due à cette maladie dans le pays est estimée à 50%. Cette baisse de rendement serait liée, du point de vue physiologique, à la réduction de la surface foliaire mais aussi à la chute de taux de chlorophylle, pigment responsable de la photosynthèse. En Centrafrique, une partie de la population manifeste une préférence pour les feuilles du manioc présentant des symptômes de la mosaïque qui leur donnerait un goût plus agréable. L'objectif de ce travail est de comparer les teneurs en protéine et en chlorophylle dans les feuilles présentant des symptômes de la mosaïque et des plants sains pour vérifier l'hypothèse qu'une haute teneur en protéine dans les feuilles de manioc pourrait être associée à leur infection par le virus. Les résultats obtenus ont montré que la teneur en protéine est plus importante dans des feuilles malades que dans des feuilles saines. Ce taux passe en moyenne de  $12,77 \pm 0,86\%$  du poids sec des feuilles chez les plants sains à  $22,88 \pm 2,93\%$  chez les plants malades. La teneur en chlorophylle est faible chez les plants sévèrement atteints par la mosaïque et est importante chez les plants sains avec une teneur respective de  $13,19 \pm 1,09$  mg/let de  $21,81 \pm 2,17$  mg/l.*

**Summary****Assessment of Protein and Chlorophyll contents in Leaves of Five Local Varieties of Cassava Infected by African Mosaic Virus in Central African Republic**

*In Central African Republic, cassava has become a staple and a source of income for almost all the rural population. Cassava Mosaic Virus is a major threat to cassava production and food security for the population. The loss of production due to this disease in the country is estimated at 50%. This decrease is linked from the physiological point of view to reduction of the leaf surface, but also to a drop of the chlorophyll level. In the Central African Republic, a part of the population prefers infected cassava leaves because they would be tastier. The objective of this study was to compare the levels of protein and chlorophyll in infected and healthy leaves to verify the hypothesis that high protein content in the leaves could be associated to their contamination by the virus. The results obtained showed that the protein content is higher in the infected leaves than in the healthy ones. The rate rises on average from  $12.77 \pm 0.86\%$  of the dry weight of the leaves in healthy plants to  $22.88 \pm 2.93\%$  in diseased plants. Chlorophyll content is low in plants severely affected by the mosaic virus, and higher in healthy plants with a respective content of  $13.19 \pm 1.09$  mg/l and  $21.81 \pm 2.17$  mg/l.*

<sup>1</sup>Université de Bangui, Laboratoire des Sciences Biologique et Agronomiques pour le Développement, République Centrafricaine.<sup>2</sup>Lycée Charles De Gaulle de Bangui, Laboratoire des Sciences de la Vie et de la Terre, République centrafricaine.

\*Auteur correspondant: E. Mail: zinga.innocent37@googlemail.com

Reçu le 27.05.10 et accepté pour publication le 01.04.15

## Introduction

En République Centrafricaine (RCA), le manioc s'impose comme un aliment de base et une source importante de revenu de la population rurale (12). Il est cultivé principalement pour ses tubercules et ses feuilles consommées comme légume. Sa production est estimée à 700.000 tonnes de tubercules frais devant l'igname et le maïs avec une production respective de 470.000 tonnes et 165.000 tonnes (5, 10). Il contribue essentiellement à la sécurité alimentaire, à la réduction de la pauvreté et à la croissance économique (9). Les enquêtes réalisées entre 2005 et 2011 ont montré une incidence de la mosaïque de 85% avec la présence de deux espèces de *begomovus* à savoir: l'*African Cassava Mosaic Virus* (ACMV) et de la souche sévère ougandaise de l'*East African Cassava Mosaic Virus-Uganda* (EACMV-Ug) (16, 17, 18). Nos enquêtes ont permis d'estimer 50% de pertes de récolte, et de démontrer que le principal facteur de dissémination de la maladie était l'état phytosanitaire déplorable des boutures utilisés par les paysans pour la replantation des parcelles avec 79% de boutures contaminées (16, 17, 18). Certains travaux ont montré que la teneur en protéine varie de 14 à 35% dans des feuilles de manioc (2, 8, 11), teneur qui serait à notre avis très élevée pour une plante. Il est à préciser que la population centrafricaine a une préférence pour les feuilles du manioc atteintes de la mosaïque à cause de leur goût jugé plus agréable, selon des constats faits. La forte teneur en protéine dans des feuilles de manioc pourrait être liée à la présence de la capsid virale dans celles-ci, ce qui pourrait expliquer en partie l'amélioration du goût des feuilles présentant des symptômes de la mosaïque. L'évaluation comparative de taux de protéine dans des feuilles malades et saines du manioc pourrait apporter des clarifications. L'un des objectifs de ce travail était de vérifier la relation entre la teneur en chlorophylle dans des feuilles et les niveaux de sévérité de la maladie. Cette étude nous permet également de mieux comprendre l'impact de la maladie sur la teneur en chlorophylle. En effet, la chlorophylle est un pigment assimilateur sans laquelle la photosynthèse ne peut avoir lieu. La chute de taux de chlorophylle dans la plante

pourrait avoir un impact sur le rendement par réduction de la photosynthèse. Pour réaliser de ce travail, nous avons fait l'échantillonnage dans le village Zilla (commune de Bimbo I) situé à environ 15 km de Bangui sur la route de M'baïki et sur la parcelle expérimentale de l'Université de Bangui.

## Matériel

### Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué des plants de manioc (*M. esculenta* Crantz), issus de cinq cultivars locaux: *Bengba gozo*; *Vouko gozo*, *Vourou gozo*, *Damara* et *BCR10*. Nous avons utilisé les feuilles des plants visuellement sains et celles des plants présentant des symptômes de la mosaïque du manioc. Les prélèvements ont été faits sur les plantes de manioc âgées de 6 mois. La détermination de taux de chlorophylle a été réalisée sur les plants de manioc à différents Indices de Gravité des Symptômes (IGS) ou sévérité, sur la base de l'échelle de Cours qui varie de 0 à 5. La sévérité 0 désigne les plants sains et celle des plants malades varient de 1 à 5 c'est-à-dire du moins au plus sévère. Trente échantillons des feuilles ont été collectés par variété dans une parcelle de collection de manioc à l'Université de Bangui. Au total trois variétés locales ont servi à cette étude à savoir: *Bengba gozo*, *Damara* et *DCR10*. Par contre les échantillons qui ont permis à la détermination de taux de protéine ont été collectés dans un champ paysan au village Zilla situé à 15 km au Sud de Bangui. Soixante échantillons ont été prélevés par variété dont trente provenant des feuilles malades et trente des feuilles visuellement saines. Au total 180 échantillons ont été analysés pour les trois variétés locales étudiées qui sont: *Vourou gozo*, *Bengba gozo* et *Vouko gozo*. Les deux variétés *Damara* et *DCR10* n'ont pas été intégrées à ce travail à cause de la disponibilité insuffisante des échantillons. Les travaux d'analyse ont été effectués dans le Laboratoire des Sciences Biologiques et Agronomiques pour le développement (LASBAD) de l'Université de Bangui (dosage de la teneur en protéine) et le Laboratoire de Science de la Vie et de la Terre (SVT) au Lycée Charles de Gaule de Bangui (dosage de chlorophylle sur les échantillons frais).

## Méthodes

### Détermination de taux de protéines des feuilles

La méthode utilisée pour le taux de protéines totales est celle de précipitation par une solution saline saturée. Le sulfate d'ammonium,  $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$  a la propriété de précipiter toutes les protéines en solution dans un tampon idéal. Le PBS (Phosphate Buffered Salt) à pH 7,4 permet la mise en solution de toutes les protéines d'un échantillon. Le sulfate d'ammonium, sous la forme  $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$  s'engage dans la liaison avec toutes les protéines déjà en solution quelle que soit leur nature. Ainsi, 5 g de feuilles séchées ont été finement broyées et dissout dans 25 ml de tampon PBS pH 7,4. Après centrifugation à 5000 tours par minute, le culot récupéré est mélangé avec la solution concentrée de  $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$  v/v et centrifugé de nouveau dans les mêmes conditions. Le culot récupéré a été séché à l'étuve à 37 °C pendant 24 heures puis pesé.

### Détermination de taux de chlorophylles des feuilles

Les extraits chlorophylliens obtenus avec l'alcool éthylique à 90° permettent de déterminer les longueurs d'onde de la lumière visible (400 à 750 nm), absorbées par la chlorophylle brute en solution alcoolique. Deux grammes de feuilles ont été finement découpés puis broyés à sec dans le mortier en présence d'une pincée de sable préalablement traité et de carbonate de calcium. Le broyat ainsi obtenu a été déposé dans de 20 ml d'éthanol à 90 °C en laissant le mélange à 3 minutes à l'air libre.

Le liquide obtenu est filtré sur un entonnoir portant un papier filtre. L'ensemble de filtrat a été dilué en ajoutant 50 ml d'éthanol 90°. Le dosage a été fait avec un spectrophotomètre CCD connecté à un ordinateur. La teneur en chlorophylles totales des extraits a été obtenue en utilisant la formule d'ARNON.

Formule d'ARNON:  $Chl\ totale = (0,0202 \times D.O\ 645) - (0,0802 \times D.O\ 663)$  mg/ml.

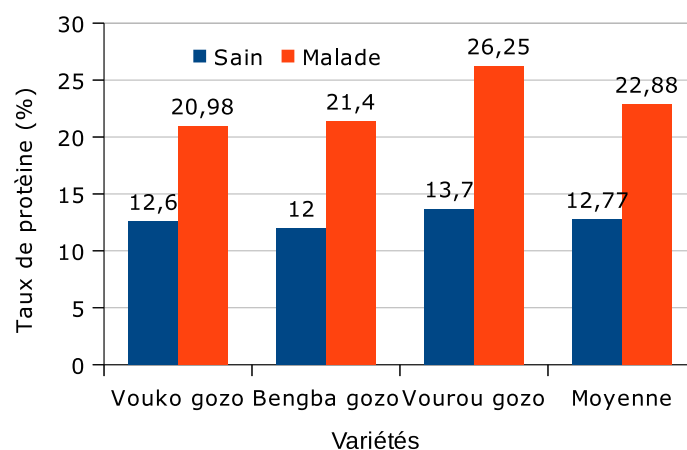
### Analyses statistiques des résultats

Les résultats de la teneur en protéine et en chlorophylle des échantillons étudiés ont été traités statistiquement par analyse de la variance selon le test de Student.

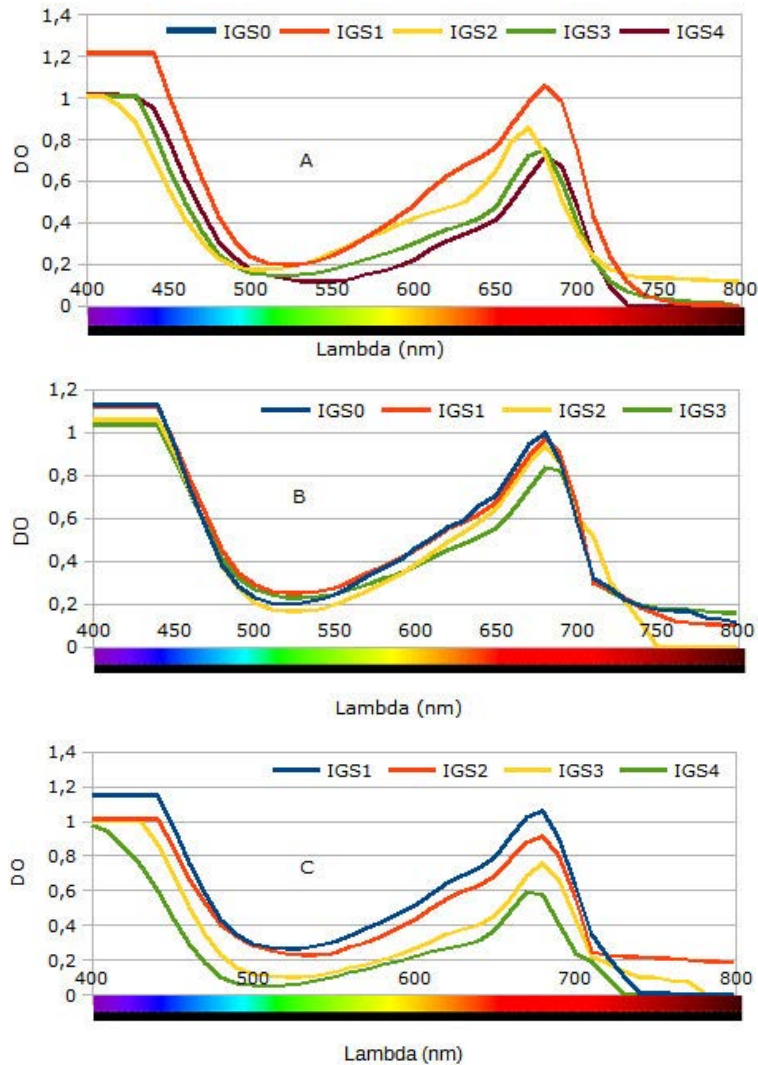
## Résultats

### Détermination du taux de Protéines

La figure 1, exprime la teneur en pourcentage des protéines dans les feuilles du poids sec des variétés *Vourou gozo*, *Vouko gozo* et *Bengba gozo*. Pour toutes les variétés confondues, la teneur en protéine dans des feuilles infectées est plus élevée que celles des feuilles saines. Les teneurs (Figure 1) en poids sec des feuilles saines comparativement aux feuilles présentant des symptômes des trois variétés étudiées sont *Vouko gozo* (12,6 et 20,98), *Bengba gozo* (12 et 21,4) *Vourou gozo* (13,7 et 26,25) ( $p < 0,01$ ). La teneur en protéine dans les feuilles des plants infectés par la mosaïque double comparativement à celles des feuilles des plants sains.

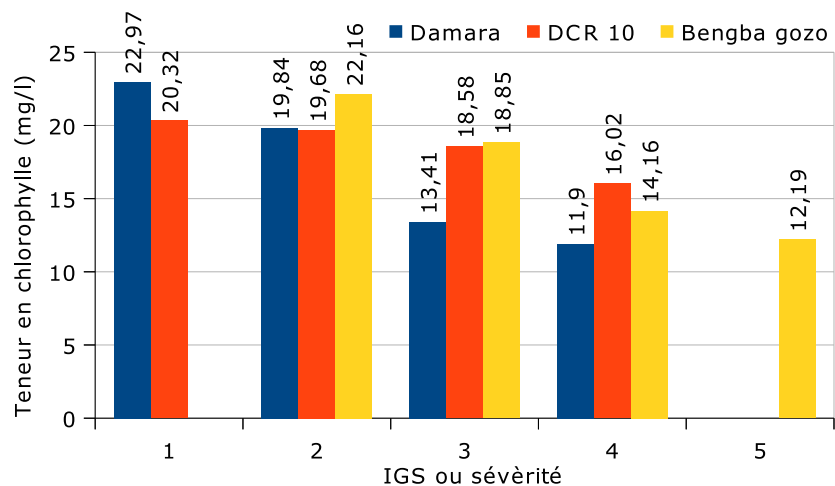


**Figure 1:** Teneur en protéines de la matière sèche des feuilles des trois variétés locales du manioc.



A: les courbes d'absorption des extraits des feuilles du manioc de la variété *Damara*; B: les courbes d'absorption des extraits des feuilles du manioc de la variété *DCR10* et C: les courbes d'absorption des extraits des feuilles du manioc de la variété *Bengba gozo*. DO: Densité optique. S0: pic d'absorption de la chlorophylle des extraits des feuilles à sévérité 0; S1: pic d'absorption de la chlorophylle des extraits des feuilles à sévérité 1; S2: pic d'absorption de la chlorophylle des extraits des feuilles à sévérité 2; S3: pic d'absorption de la chlorophylle des extraits des feuilles à sévérité 3 et S4: pic d'absorption de la chlorophylle à sévérité 4.

**Figure 2:** Spectres d'absorption de la chlorophylle des extraits des feuilles du manioc des trois variétés en fonction de la sévérité de la mosaïque.



**Figure 3:** Teneur en chlorophylle des extraits des feuilles du manioc des trois variétés (*Damara*, *DCR10* et *Bengba gozo*) en fonction de la sévérité de la mosaïque.



En moyenne, les plants malades ont une forte teneur en protéine en poids sec que les plants sains qui sont respectivement de  $22,88 \pm 2,93\%$  et  $12,77 \pm 0,86\%$  (différence hautement significative,  $p < 0,01$ ). La même tendance a été trouvée chez les plants à l'état frais. En effet, l'étude a montré que les feuilles des plants sains et malades contiennent respectivement  $6,17 \pm 0,10\%$  et  $9,55 \pm 1,83\%$  de leur poids frais en protéines ( $p < 0,05$ ).

### Détermination de la teneur en chlorophylle des feuilles

Les chlorophylles absorbent certaines radiations dites actives pour la photosynthèse (3, 6), dans la gamme de longueurs d'onde visibles comprises entre 400 et 700 nm. Nous avons donc mesuré les caractéristiques d'absorption de la lumière en réalisant un spectre d'absorption à l'aide d'un spectrophotomètre CCD UV visible, qui permet de mesurer l'absorbance (A) en fonction de la longueur d'onde.

L'absorption maximale se réalise dans le bleu ( $< 500$  nm) et dans le rouge (650-700 nm). Cette étude a montré que les pics d'absorption varient en fonction de la sévérité de la maladie sur la plante. Les extraits des plants à sévérité élevée des variétés *Damara*, *BCR10* et *Bengba gozo* absorbent plus faiblement dans le rouge entre 650 et 700 nm alors que ceux à sévérité faible absorbent plus fortement dans les mêmes conditions (Figure 2A, 2B et 2C).

Les valeurs d'absorbance des extraits provenant des plants infectés à sévérité élevée est plus faible comparativement à ceux des plants à sévérité faible. Les courbes de la figure 2 montrent que plus la sévérité de la maladie est importante plus le spectre d'absorption est faible.

On remarque aussi chez les 3 variétés (*Damara*, *DCR10* et *Bengba gozo*) que la teneur en chlorophylle varie en fonction de la sévérité. Elle chute avec la sévérité de la maladie (Figure 3). C'est-à-dire plus la sévérité est importante plus la teneur en chlorophylle est faible. Pour les plants sains à sévérité 0 la teneur en chlorophylle est de 22,97 mg/l alors que chez les plants malades à sévérité 3 elle est de 11,9 mg/l chez la variété *Damara* (Figure 3).

La teneur a chuté de moitié en passant de la sévérité 0 à la sévérité 3 ( $p < 0,05$ ). Ces résultats appuient ceux obtenus avec les pics d'absorption en figure 2A et montrent que la maladie a bien un effet sur la teneur en chlorophylle des feuilles. Les analyses réalisées sur la variété *DCR10* ont montré les mêmes tendances aussi bien pour les spectres d'absorption que pour la teneur en chlorophylle. Les pics d'adsorption chutent lorsque que l'IGS ou la sévérité augmente. La teneur en chlorophylle exprimée en mg/l d'extrait varie en fonction de la sévérité.

Les extraits des feuilles des plants sains à sévérité 0 ont une teneur en chlorophylle de 20,32 mg/l, alors que ceux des plants malades à sévérité 1, 2 et 3 ont respectivement 19,68; 18,58 et 16,02 mg/l (Figure 3B). La teneur en chlorophylle de la variété diminue lorsque l'IGS de la maladie augmente ( $p < 0,05$ ). Une troisième variété du manioc appelée *Bengba gozo* faisant l'objet de cette étude a confirmé les mêmes tendances observées chez les variétés *Damara* et *DCR10*. Les pics d'absorption chutent lorsque la sévérité augmente. La teneur en chlorophylle des extraits des feuilles de la variété *Bengba gozo* à sévérité 1 est de 22,16 mg/l, tandis qu'elle est de 12,19 mg/l pour les extraits des feuilles à sévérité 4 ( $p < 0,05$ ) (Figure 3). Les résultats de ces travaux montrent bien l'impact de la maladie sur la teneur en chlorophylle qui pourrait avoir une répercussions directe sur le rendement du manioc.

### Discussion

D'après nos résultats, la mosaïque de manioc a effectivement un effet sur les deux paramètres qui ont fait l'objet de cette étude, la teneur en protéines des feuilles et celle des pigments chlorophylliens. En moyenne les feuilles des plants sains contiennent  $12,77 \pm 0,86\%$  contre  $22,88 \pm 2,93\%$  des plants malades en poids sec, différence hautement significative ( $p < 0,01$ ).

L'analyse à l'état frais des feuilles a donné la même tendance avec une différence significative ( $p < 0,01$ ). Cette différence observée entre les plants malades et les plants sains s'expliquerait par la présence de la particule virale dans les feuilles malades.

Comme chez les tous virus, la capsid virale des *Begomovirus* du manioc est constituée essentiellement de protéines; on suppose que ces protéines s'ajouteraient à celles d'origine végétale en augmentant la quantité de celle-ci chez les plants malades. Certaines personnes trouvent que les feuilles de manioc infectées de la mosaïque présentent un meilleur goût qui pourrait s'expliquer par la présence de la protéine virale dans les plants malades. Le taux moyen en protéine de  $22,88 \pm 2,93\%$  des feuilles infectées séchées montre que c'est un aliment très riche en protéine qui pourrait jouer un rôle important dans l'équilibre alimentaire et animale. Selon certains auteurs, la teneur en protéine en poids sec varie de 14 à 35% dans les feuilles de manioc (8, 2, 13, 14). Aucune de ces études n'a montré la différence en teneur des protéines dans des feuilles malades comparativement aux feuilles saines. Cet aspect est à prendre en considération au niveau de la valorisation des feuilles de manioc dans l'alimentation humaine et animale (volailles, porcs, poisson etc.) comme le préconisent certains auteurs (7). Il est rappelé qu'en République Centrafricaine la quasi-totalité de la population se nourrit de feuille manioc. Il y a une grande prise pour les feuilles particulièrement atteintes de la mosaïque. Cela représente un contraste dans la mesure où il faut lutter contre la mosaïque pour améliorer la production en tubercule du manioc. Dans la stratégie de lutte contre la mosaïque il serait intéressant de valoriser certaines variétés de manioc résistantes à la mosaïque dont les feuilles présenteraient une bonne qualité organoleptique pour contourner le contraste. La mosaïque de manioc diminue considérablement la quantité de chlorophylle des feuilles des plants avec un impact réel sur le rendement. Nos résultats montrent que les feuilles présentant des symptômes étaient moins concentrées en chlorophylle que les plants sains. En plus, lorsque la sévérité de la maladie augmente la perte en pigments chlorophylliens devient de plus en plus importante. Les travaux d'Ayanru et Sharman (1) au Nigeria ont montré que les feuilles atteintes de la mosaïque étaient moins concentrées en chlorophylle que les feuilles saines.

L'hypothèse selon laquelle la perte de rendement en tubercules, serait probablement due à un déficit de chlorophylle est donc en partie confortée par ces résultats. Les résultats démontrent clairement que la chute de taux de chlorophylle est fonction de la sévérité. Un lien pourrait s'établir entre la sévérité, la teneur en chlorophylle et le rendement. C'est ainsi que les études faites récemment (16) attestent que la sévérité a un impact sur le rendement (4, 15). Les pertes de rendement sont évaluées de 15,93%; 29,26% et 41,50% respectivement pour les sévérités 1, 2 et 3 (16). La présente étude montre une perte croissante en taux de chlorophylle lorsque la sévérité augmente. D'une manière générale, chez les plants malades, la couleur verte des feuilles disparaît progressivement au profit des tâches jaunes, principale caractéristique des symptômes de la mosaïque africaine de manioc. Alors que la couleur verte est caractéristique de la présence de la chlorophylle chez les plantes vertes.

### Conclusion

La situation phytosanitaire du manioc causée par la mosaïque de manioc est un réel problème pour lequel les paysans centrafricains en subissent des graves conséquences. Il est nécessaire de croire que la maladie a des effets énormes sur le fonctionnement physiologique des plants notamment la photosynthèse, principal processus d'élaboration et de stockage de la matière organique. Nos analyses en rapport avec les travaux réalisés en 2008 ont permis d'affirmer qu'il y a un lien entre la sévérité des symptômes, la teneur en chlorophylle et le rendement en tubercules des plants.

Ces informations serviront dans la mise en place de stratégie dans la lutte contre cette maladie virale. Il serait même souhaitable d'évaluer dans l'avenir la teneur en chlorophylle dans les cultivars à haut rendement et des cultivars à faible rendement. Cependant, l'impact de la maladie sur le développement et le rendement des plants de manioc serait lié à un déficit de chlorophylle brute des feuilles.

Aussi la déformation des feuilles provoquée par la maladie aurait des actions sur le bon fonctionnement de la photosynthèse: diffusion du gaz carbonique, la pénétration de la lumière (densité du parenchyme chlorophyllien), l'évacuation des produits formés notamment les glucides (amidon).

Dans les perspectives, nous souhaiterions que cette étude soit approfondie en utilisant des techniques

plus performantes pour évaluer la teneur en protéine et en chlorophylle. L'identification de la séquence en acides aminés des protéines dans les feuilles présentant des symptômes de la mosaïque pourrait donner des informations utiles pour mieux apprécier leur qualité nutritionnelle. Une étude des effets des feuilles malades sur la croissance et la reproduction des animaux (souris, cobayes etc.) pourrait être envisagée.

### Références bibliographiques

1. Ayanru D.K. & Sharma V.C., 1982, Effects of cassava mosaic disease on certain leaf parameters of field-grown cassava clones, *Dis. Detect. Losses*, **72**, 8, 1057-1059.
2. Bede N.O., 1980, Nutritional Implication of Projects Giving High Priority to the Production of staples of Low Nutritive Quality: The case for cassava, *Food Nutrit. Bull.*, **2**, 1-10.
3. Binet P. & Brunel J.P., 1968, *Physiologie Végétale: Photosynthèse*, Edition DOIN. 793
4. Crawley M., 1999, *Un regain d'espoir pour la production du manioc en Ouganda*. Le CRDI, Explore, la voix de la recherche du sud.
5. FAOSTAT., 2013, *FAO database*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome Italy. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>.
6. Heller R., Esnault R. & Lance C., 1993, *Physiologie végétale*, 5ième édition. masson, paris. 294
7. Howeler R.H., Oates C.G. & Allem A.C., 2000, *An Assessment of the impact of Cassava Production and Processing on the Environment and Biodiversity*. The Global Cassava Development Strategy Validation Forum, April 26-28, 2000, FAO-Rome, Italy.
8. Lambrechts A. & Bernier G., 1961, *Enquête Alimentaire et Agricole dans les populations Rurales du Haut-Katanga*. Collection mémoires, Vol **11**, 69.
9. Legg J., Ntawuruhunga P., Okuja O., Bembe A. & Obambi M., 2002, *Rapport diagnostique d'enquête sur les maladies et les pestes de la culture du manioc en République du Congo*, 34.
10. Mallouhi N. & Kafara J.M., 2002, *la culture du manioc en Centrafrique*. CTP/ICRA. 16.
11. Oyo R., 1990, *Le manioc en Afrique tropicale*. Un manuel de référence. Ibadan, Nigeria, IITA. 190.
12. Semballa S., Rasoanantoandro-Gothard M.C. & Boel T., 2000, *le manioc : transformation, préparations et conservations des dérivés culinaires*. rapport de recherche. Faculté des sciences/université de Bangui.
13. Sylvestre P., 1987, *Le manioc. Le technicien d'agriculture tropicale*. CTA. P119
14. Silvestre P. & Arraudeau M., 1983, *Le manioc. Techniques Agricoles et Production tropicales*. CTA, 237.
15. Thresh J.M., Otim -nape G.W., Legg J.P. & Fagette D., 1997, African cassava mosaic virus disease: the magnitude of the problem, *Afr. J. Root Tuber Crops*, 1319.
16. Zinga I., Nguimalet C.R., Lakouetene D.P., Konate G., Kosh Komba E. & Semballa S., 2008, les effets de la mosaïque africaine de manioc en république centrafricaine, *geo-eco-trop*, 2008, **32**, 47-60.
17. Zinga I., Harimalala M., De Bruyn A., Hoareau M., Semballa S., Reynaud B. & Lefevre P. J.M. L., 2012, East African cassava mosaic virus-Uganda (EACMV-UG) and African cassava mosaic virus (ACMV) reported for the first time in Central African Republic and Chad, *New Dis. Rep.*, **26**, 2044-0588.
18. Zinga I., Chiroleu F., Legg J., Lefevre P., Kosh Komba E., Semballa S., Yandia P.S., Mandakombo N.B. & Reynaud B. L.J.M., 2013, Epidemiology assesment of cassava mosaic disease in Central African Republic reveals the importance of mixed viral infection and poor health of plant cutting, *Crop Prot.*, **4**, 6-12.

I. Zinga, Centrafricain, PhD, Enseignant Chercheur, Université de Bangui, Rép. Centrafricaine.

E. Kosh Komba, Centrafricain, PhD, Enseignant Chercheur, Université de Bangui, Rép. Centrafricaine.

S. Semballa, Centrafricain, PhD, Directeur de LASBAD, Enseignant Chercheur, Université de Bangui, Rép. Centrafricaine.

C. Beaumont, Français, PhD, Professeur Scientifique, Lycée Charles De Gaul de Bangui, Rép. Centrafricaine.

R.D. Longue, Centrafricain, Doctorant, Université de Bangui, Rép. Centrafricaine.