



**ANNALES  
DE  
L'UNIVERSITE  
MARIEN NGOUABI**

---

***Sciences Economiques et de Gestion***

---

**VOL. 18 – N° 2 – ANNEE 2018**

**ISSN : 1815 – 4433**

**[www.annalesumng.org](http://www.annalesumng.org)**

# ANNALES DE L'UNIVERSITE MARIEN NGOUABI SCIENCES ECONOMIQUES ET DE GESTION



VOLUME 18, NUMERO 2, ANNEE 2018

www.annaesumng.org

## SOMMAIRE

**Directeur de la publication :**  
J. R. IBARA

**Rédacteur en chef :**  
J. GOMA-TCHIMBAKALA

**Rédacteur en chef adjoint :**  
M. M. A. NDINGA

**Comité de Lecture :**  
F.V. AMOUSSOUGA (Cotonou)  
B. BEKOLO-EBE (Douala)  
A. BIAO (Parakou)  
N. BIGOU LARE (Lomé)  
H. DIATA (Brazzaville)  
J. ISSA SAYEGH (Dakar)  
M. KASSE (Dakar)  
S. LENGA (Brazzaville)  
B. MAKOSSO (Brazzaville)  
G. Aké N'GBO (Abidjan)  
A. ONDO-OSSA (Libreville)  
YAO NDRE (Abidjan)

**Comité de Rédaction :**  
F. DZAKA KIKOUTA (Brazzaville)  
J.A. MAMPASSI (Brazzaville)

**Webmaster :**  
R. D. ANKY

**Administration – Rédaction :**  
Université Marien NGOUABI  
Direction de la Recherche  
B.P. 69, Brazzaville – Congo  
E-mail : annales@umng.cg

ISSN : 1815 - 4433

- 1 **Réflexion sur la construction des territoires économiques, solution alternative à la diversification économique du Congo**  
F. NGANGOUE, J. J. M. BAZABANA
- 19 **Effets des chocs pétroliers sur les variables macroéconomiques en république du Congo**  
A. F. AKOUELE
- 32 **Effets du déclassement sur le salaire chez les jeunes au Congo**  
T. C. NGASSA
- 45 **Les déterminants de la déforestation : cas du bassin du Congo**  
J. C. BOZONGO
- 57 **Relation entre la consommation d'énergie et la croissance économique dans les pays de la CEMAC.**  
H. LEKANA
- 72 **La fécondité affecte-t-elle la pauvreté au Niger ?**  
A. B. MAHAMAN YAOU, M. N. MALAM MAMAN
- 84 **Financement de l'offre agricole au Congo : banques ou État ?**  
R. F. D. BANY
- 101 **Effets de l'annulation de la dette et de la qualité des institutions sur la croissance économique dans les pays de la CEMAC**  
P. G. BATILA NGOUALA KOMBO
- 114 **Accès au crédit agricole et performance agricole dans la zone office du Niger : cas de la culture du riz**  
A. K. DIAMOUTENE

- 126 **Déterminants de l'acceptation du paiement mobile à Brazzaville**  
A F. EPOLA, J. A. GANGA-ZANDZOU,
- 139 **Investissements publics en infrastructures de transport et croissance économique : analyse des effets de seuil au Congo**  
S. ETSIBA,
- 154 **Déterminants de l'accès au financement public des PME en république du Congo**  
U. J. A GANGA-ZANDZOU
- 168 **Libéralisation commerciale et sécurité alimentaire en Afrique subsaharienne**  
Y. N. GOLO
- 187 **L'industrialisation peut-elle constituer une solution au problème d'emplois dans les pays d'Afrique subsaharienne ?**  
M. M. A. NDINGA,  
NGAKALA AKYLANGONGO,  
M. A. ITOUA
- 203 **Problématique de la diversification de l'économie congolaise : Analyse par l'approche multidimensionnelle**  
F. C. MAMPOUYA-M'BAMA
- 218 **Effets du développement financier sur la croissance économique par le canal de l'instabilité financière en Union économique et monétaire : cas de l'UEMOA**  
M. MARONE
- 238 **Corruption et investissement privé dans les pays de la Communauté économique et monétaire de l'Afrique centrale (CEMAC)**  
D. B. LOUBELO
- 252 **Les déterminants de la croissance économique : cas de la république du Congo**  
I. F. OKOMBI
- 269 **Déterminants de la croissance économique dans les pays de la CEEAC**  
J. G. MOUANDA MAKONDA
- 283 **Effets de l'intégration financière sur la synchronisation des cycles économiques : cas de la CEMAC**  
G. S. MBOU LIKIBI
- 300 **Déterminants de l'accès au crédit-bail dans le secteur agricole en république du Congo**  
B. S. IKIEMI

- 313 Effets de débordement des politiques budgétaires dans la Communauté économique et monétaire de l'Afrique centrale (CEMAC)**  
J. R. F. KOUIKA BOUANZA
- 334 Pauvreté, travail et réussite scolaire au secondaire au Congo**  
S. B. MBOKO IBARA
- 347 Effets de l'éducation sur le bonheur au Congo**  
O. E. NGAKALA AKYLANGONGO
- 358 Effets de la dette sur la cyclicité de la politique budgétaire : cas de la CEMAC**  
M. OKIEMY
- 370 Effets de la consommation des produits agricoles sur la sécurité alimentaire au Congo : cas de la farine de manioc (foufou)**  
M. R. SAH, D.D. ONOUNGA
- 385 Valorisation des produits forestiers non ligneux sur le revenu des ménages au Congo : cas des marantacées**  
M. R. SAH



## **EFFETS DE LA CONSOMMATION DES PRODUITS AGRICOLES SUR LA SECURITÉ ALIMENTAIRE AU CONGO : CAS DE LA FARINE DE MANIOC (FOUFOU)**

*SAH M. R., ONOUNGA D. D.*  
*Faculté des Sciences Économiques*  
*Université Marien N'Gouabi*  
*Laboratoire de Recherches et d'Études Économiques et Sociales (LARES)*  
*Brazzaville – République du Congo*  
*Email : rodriguesah2@gmail.com*  
*dimitri.onounga@umng.cg*

---

### **RESUME**

*L'objectif de cet article est d'analyser les effets de la consommation de la farine de manioc sur la sécurité alimentaire au Congo. Le modèle logit binaire est utilisé pour atteindre cet objectif. Les estimations sont réalisées à partir des données issues de l'enquête FRAT sur la consommation de la farine de manioc au Congo, réalisée en 2015. Les résultats montrent que dans le contexte congolais notamment dans le secteur agricole, la consommation de la farine de manioc contribue positivement à la sécurité alimentaire. Ces résultats impliquent qu'il faudrait d'une part, de renforcer les capacités techniques des micros producteurs dans la maîtrise du processus de fortification de la farine de manioc ; et d'autre part, la réhabilitation et le renforcement des infrastructures de transport en vue de garantir la stabilité de l'offre de la farine de manioc sur les marchés.*

---

**Mots-clés :** *Consommation, Farine du manioc, Sécurité alimentaire, Congo.*  
*Classification JEL: E21, Q18, Q19, O55*

---

---

### **ABSTRACT**

*The purpose of this article is to analyze the effects of consumption of cassava flour on food security in Congo. The binary logit model is used to achieve this goal. The estimates are based on data from the FRAT survey on the consumption of cassava flour in the Congo, carried out in 2015. The results show that in the Congolese context, particularly in the agricultural sector, the consumption of cassava flour contributes positively to food security. These results imply that it would be necessary, on the one hand, to reinforce the technical capacities of the micro-producers in the mastery of the fortification process of cassava flour; and on the other hand, the rehabilitation and strengthening of transport infrastructure to ensure the stability of cassava flour supply in the markets.*

---

**Keywords:** *Consumption, Cassava flour, Food Safety, Congo.*  
*JEL Classification: E21, Q18, Q19, O55*

---

## INTRODUCTION

Au cours de ces dix dernières années, plus de 805 millions de personnes souffrent de faim à travers le monde parmi lesquelles 791 millions en Afrique subsaharienne (Koffi, 2016). Le problème est devenu récurrent, et la satisfaction des besoins alimentaires se pose de plus en plus comme un défi lancé à l'humanité (FAO, 2006). En effet, la recrudescence de la faim au niveau mondial se manifeste à travers les crises alimentaires dont le nombre, au cours des 20 dernières années, a augmenté d'une moyenne de 15% à plus de 30% par an. La persistance et la prévalence de la faim dans certains pays sont particulièrement préoccupantes. Depuis les années 2006 voire 2008, les pays d'Europe, d'Asie, d'Amérique et d'Afrique avaient besoins d'une aide extérieure pour faire face à l'insécurité alimentaire (Koffi et al, 2016). Ainsi, la plupart des «points chauds de la faim» sont en Afrique plus particulièrement en Afrique centrale où la crise alimentaire ne fait qu'augmenter au cours de ces dernières années.

Au Congo, malgré les efforts fournis en matière de gestion des crises alimentaires, la situation de la faim y demeure préoccupante, selon l'indice de la faim (GHI)<sup>1</sup>, le score est alarmant, il est passé de 18,4% en 2005 à 20,5% en 2011 et se traduit par l'importation de plus de 75% de ses besoins alimentaires (FAO, 2012). En effet, ceci engendre des conséquences désastreuses pour l'ensemble des populations congolaises. Avec la flambée des prix des produits agricoles (Banane, Avocat, Arachide, Orange, Piment, Igname, Oignon, Maïs, manioc et la farine de manioc), le pourcentage, par rapport à l'insécurité alimentaire, ne fait qu'augmenter, soit 8,7% dans le Niari, 8,5% dans la Likouala, 7,7% dans la Lékoumou, 7,5% dans la Cuvette-Ouest, 6,2% au Pool et 6% dans la Cuvette bien que les départements de la Bouenza, Plateaux, Brazzaville et le Kouilou affichent des taux les plus faibles (4,9%, 4,1%, 4%, 4%). Les causes de cette augmentation sont à rechercher aussi bien du côté de l'offre que du côté de la demande.

Pour lutter contre cette situation, la population a développé les activités lucratives parmi lesquelles la consommation et la commercialisation de la farine de manioc (foufou). Elle représente une consommation moyenne de 236 kg par habitant par an avec un

ratio de consommation qui est de 2,4 fois plus élevé dans les zones rurales qu'urbaines (Banque Mondiale, 2009). Ce qui fait du Congo le quatrième pays le plus consommateur de la farine de manioc au monde. Afin d'évaluer le niveau de la consommation de ce produit, une étude FRAT (Fortification Rapid Assessment Tools) s'est inscrite dans le cadre du plan d'action de la commission nationale de fortification des aliments, visant l'œuvre d'un programme national de fortification de la farine de manioc en micronutriments et devant permettre de rassembler les données nécessaires à la détermination des taux de fortification en fer, Zinc et en Vitamine B.

Bien que certains indicateurs socio-économiques soient améliorés ces dernières années, le concept de la sécurité alimentaire doit être lié aux systèmes d'approvisionnement et de distribution alimentaire. Le concept de sécurité alimentaire se focalise premièrement sur la disponibilité de la nourriture (Andres, 2012). Malgré la production alimentaire suffisante pour nourrir la planète, la faim persiste dans le monde (FAO, 2014). Face à cette persistance, le concept de sécurité alimentaire, en suivant les travaux de Sen (1981), va prendre en compte la stabilité de l'accès à la nourriture et de l'utilisation de la nourriture. Au sommet mondial de l'alimentation qui s'est tenu en 1996 à Rome, en Italie, les participants ont défini la sécurité alimentaire comme étant la capacité que « toutes les personnes, en tout temps, ont économiquement, socialement et physiquement accès à une alimentation suffisante, sûre et nutritive qui satisfait leurs besoins nutritionnels et leurs préférences alimentaires pour leur permettre de mener une vie active et saine ». La farine de manioc (foufou) reste l'aliment le plus consommé au Congo et constitue l'aliment de base des ménages. Il est consommé par plus de 73,5% des congolais et ceci, tous les jours de la semaine. Le pain, la banane, le riz ou beignets constituent la deuxième catégorie de nourriture la plus consommée.

Alors, le but essentiel de cet article est d'analyser les effets de la consommation de la farine de manioc sur la sécurité alimentaire au Congo. Dans cet article nous soutenons le point de vue selon lequel la consommation de la farine de manioc contribue positivement à la sécurité alimentaire au Congo. La suite de ce travail est structurée de la manière suivante: la

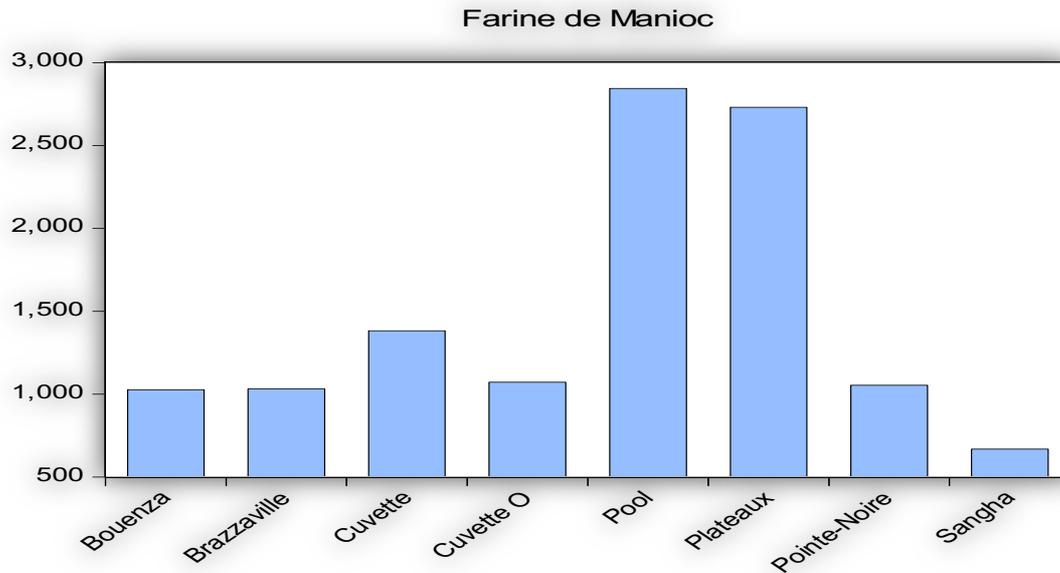
<sup>1</sup> Le GHI est un indice calculé par l'IFPRI et réunissant trois indicateurs: la sous-alimentation, la sous-alimentation infantile et la mortalité infantile

troisième section est consacrée à la revue de la littérature ; la quatrième section porte sur la méthodologie ; la cinquième traite de l'estimation du modèle et de l'interprétation des résultats. Enfin, la conclusion fera l'objet de la sixième section.

Il ressort de ce graphique que les ménages résidant en zone rurale consomment beaucoup plus de la farine de manioc avec plus du double de la quantité consommée en zone urbaine. L'analyse faite suivant la taille du ménage confirme la tendance croissante de la consommation de la farine de manioc. Ceci voudrait dire que la consommation de la farine de manioc croît avec la taille du ménage.

**Situation de la consommation de la farine de manioc au Congo**

**Graphique 1 : Niveau de la consommation moyenne de la farine de Manioc par département**

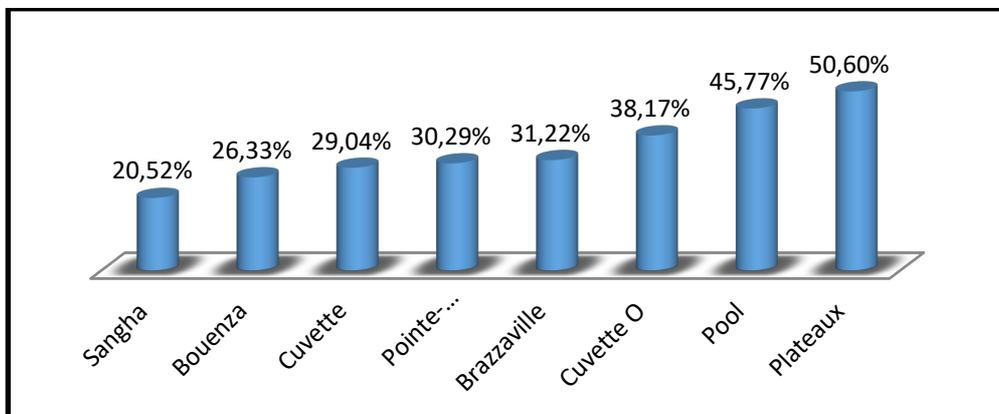


*Source : Auteur à partir de l'enquête FRAT (2015)*

L'analyse du graphique 2 ci-dessous nous montre que la part de la consommation de la farine de manioc dans la consommation totale est un indicateur qui permet d'évaluer

l'importance de la farine de manioc par rapport à l'ensemble des aliments. Cet indicateur décrit plus ou moins la composition de l'assiette des ménages.

**Graphique 2: La part de la consommation moyenne de la farine de Manioc dans la consommation totale**



*Source : Auteur à base de l'enquête FRAT (2015)*

De façon générale, le manioc représente 32,68% de l'ensemble des aliments congolais. Cet indicateur varie selon les départements. Le taux le plus élevé est celui des Plateaux avec 50,60%, suivi de celui du Pool (45,77%), de la Cuvette-Ouest (35,17%) et de Brazzaville (31,22%).

### REVUE DE LA LITTÉRATURE

Depuis plusieurs décennies, l'alimentation étant un des besoins primaires de l'homme et la production agricole, une des premières activités à laquelle l'homme s'est livré, l'agriculture et l'alimentation ont fait l'objet de nombreux débats sur le plan théorique qu'empirique.

Sur le plan théorique, on peut dire qu'il existe deux grands courants d'analyses des causes de la faim dans le monde. Le premier est l'œuvre de Malthus (1798), et le second est celle de Sen (1981).

Malthus (1798), dans sa quête des voies et moyens pour parvenir au bien-être de la population, a donné une réflexion sur les relations entre population et subsistance. Ainsi, il affirme que l'être humain comme tout être vivant n'échappe pas à une tendance naturelle qui est celle d'accroître son espèce plus que ne le permet la nourriture à sa portée. En effet il stipule que *« lorsque la population n'est arrêtée par aucun obstacle, elle croît de période en période de manière géométrique, alors que les moyens de subsistance dans les conditions les plus favorables à l'industrie ne peuvent croître plus rapidement que selon une progression arithmétique »*; cette situation a donc pour conséquence de creuser l'écart entre les besoins et les disponibilités alimentaires.

Malthus à travers cette thèse considère que la faim dans le monde a pour cause la surpopulation. Cette thèse malthusienne a été la source d'inspiration de nombreuses analyses tout comme elle fut l'objet de nombreuses controverses. Les analyses pessimistes de Malthus ont été reprises pour affirmer que la croissance démographique conjuguée à la croissance des activités humaines (agriculture industrie) est de nature à épuiser les ressources naturelles et à menacer l'avenir des générations futures.

La deuxième analyse des causes de la faim est l'œuvre d'Amartya Sen (1981), qui fut l'un des plus grands contradicteurs de Malthus. Selon lui, le ratio disponibilités alimentaires/population si cher à Malthus ne suffit pas pour expliquer la faim dans le monde.

Pour illustrer son point de vue, il montre que dans plusieurs grandes famines (Bengale, 1943, Bangladesh, 1974...), les disponibilités alimentaires par personne ne sont pas en baisse et parfois même elles sont plus importantes que dans les périodes sans famines.

L'idée majeure qui est ressortie des travaux de Sen et qui est largement reconnue par les instances internationales c'est que la pauvreté est la cause de la faim. Dès lors un certain nombre de politiques publiques sont préconisées pour lutter contre la pauvreté en s'appuyant sur cette théorie afin de combattre la faim dans le monde.

Sur le plan empirique, la littérature sur la consommation de la farine de manioc (foufou) est très abondante sur la relation entre les produits agricoles et la sécurité alimentaire. Afin d'atteindre l'objectif de cet article, nous nous sommes appuyés sur deux points de vue qui ont pris forme à partir des travaux empiriques. Il y a d'une part les travaux qui ont porté sur l'importance de la consommation des produits agricoles (foufou), et d'autre part se trouvent les travaux focalisés sur la commercialisation de ces produits comme source de revenus et qui génère d'autres richesses permettant aux ménages pauvres d'avoir d'autres besoins au quotidien.

S'agissant du premier point de vue, plusieurs études ont montré l'importance de la consommation des produits agricoles. Temple et al, (1997) ainsi que Bikoï, (1998) en se servant des groupes focalisés, trouvent dans le cas du Cameroun que la consommation de ces produits représente un complément essentiel qui permet de diversifier l'alimentation et contribue de manière essentielle à la sécurité alimentaire. Au Congo, Massamba (1987), Massamba et Trèche (1995), Mialoundama (2004) ont mené leurs différentes études sur la consommation et les déterminants de la consommation des produits agricoles, ainsi, sur la base des groupes focalisés. Ces auteurs sont parvenus aux résultats selon lesquels la consommation de ces produits constitue une source alimentaire des milliers de personnes. Ces résultats rejoignent ceux obtenus par Mialoundama et al, (2016). En effet, il a procédé à une étude empirique des déterminants de la consommation des produits agricoles. En utilisant les groupes focalisés, il a montré que les congolais consomment annuellement en moyenne et par personne 250kg des produits agricoles, ce qui représente un apport énergétique journalier de 726 kcal,

correspondant à 33,2% de leur apport énergétique total. Plusieurs études ont montré que la consommation de ces produits agricoles dépend de plusieurs facteurs : les préférences des consommateurs, les prix des produits et les habitudes alimentaires (Corniaux et al, 2005; Pierret, 2011).

Dans le deuxième point de vue, Jenny et Correelf (2002) ont réalisé que dans les cinq continents, la farine du manioc (foufou) constitue non seulement un aliment de base, mais aussi une véritable source de revenus. Plusieurs études portent sur la contribution des ressources agricoles à la création de revenus et d'emplois dans les pays d'Afrique centrale. Dans ces pays, les populations rurales et urbaines utilisent ces produits agricoles pour générer des revenus additionnels (Trèche et Muchnik, 1993 ; Kibamba et al, 1995 ; Teycheney et al, 2007 ; Mialoundama et al, 2016). Ainsi, il est compréhensible d'une part qu'une partie des revenus que les ménages dérivent de la vente de ces produits soit utilisée pour acheter de la nourriture et d'autre part, pour faire face à d'autres besoins (loyer, l'eau et l'électricité).

Il est nécessaire de noter que ce débat sur la littérature théorique et empirique relative à la thématique abordée a des implications distinctes en termes de facteurs explicatifs pour lutter contre la sécurité alimentaire. Cela signifie que le débat sur le rôle de la consommation des produits agricoles et la sécurité alimentaire est loin d'être clos. Cette distinction incite à des nouvelles analyses. Le choix du Congo comme champ d'investigation peut être riche en enseignements, d'autant plus que les études de même type sont peu abordées.

### Méthodologie

Dans la perspective de répondre à notre deuxième question spécifique portant sur l'analyse des effets de la consommation des produits agricoles (foufou) sur la sécurité alimentaire, nous menons ici une analyse économétrique, avant laquelle, il est judicieux de construire notre indicateur et de présenter les éléments de la méthodologie, en partant du

modèle théorique jusqu'à l'analyse des résultats.

### Construction de l'indicateur de déficience alimentaire (IDA)

Cet indicateur (IDA) sera construit à base des déficits alimentaires constatés sur la population. Ces déficits sont calculés de la manière suivante : à partir des aliments consommés. On évalue la quantité de substance recueillie et on la compare à ce qu'on devrait réellement consommer par jour (la norme). De ce fait, si l'individu a consommé une quantité supérieure ou égale à la norme, on dit qu'il n'a pas un déficit par rapport au produit recueilli dans la consommation de ses aliments. Au cas contraire, on le déclare déficient. Ainsi, nous avons obtenu 18 variables qualitatives<sup>2</sup> ayant chacune deux modalités (Oui ou Non), et l'IDA est construit comme un indicateur composite provenant de ces 18 variables. Etant donné que toutes les variables pour la construction de notre IDA sont qualitatives, nous appliquerons l'Analyse en Correspondances Multiples (ACM). L'IDA que nous voulons construire est une variable qualitative qui doit avoir deux ou trois modalités, selon l'orientation de la classification que nous allons appliquer. A cet effet, la détermination d'un ou de deux seuils semble primordiale.

Les seuils seront calculés par la méthode de la classification Ascendante Hiérarchique (CAH). Cette méthode consiste à former des classes qui seront hétérogènes entre elles et homogènes à l'intérieur de chaque classe. La fenêtre suivante (figure1) matérialise le fil à exécuter par le logiciel SPAD, pour le traitement du nuage soumis à l'analyse.

### Mise en œuvre de l'ACM

Nous avons retenu dix-huit (18) variables parce qu'elles permettent au mieux d'évaluer la déficience alimentaire. En appliquant l'ACM, on constate qu'en utilisant la méthode de coud, on a de fortes raisons de croire que les analyses en dimension deux (2) peuvent nous apporter des informations suffisantes pour la construction de l'IDA (voir figure 1 : histogramme des 18 valeurs en annexe).

<sup>2</sup> Dans ces variables, nous avons : Protéine, Lipide, Energie, Calcium, Cuivre, Vitamine B2, Vitamine B6, Vitamine A, Glucide, Magnésium, Vitamine D, Vitamine E,

Vitamine B1, Vitamine B3, Vitamine B12, Folate, Vitamine C, Fer.

Les résultats de la figure, ci-dessus, nous permettent de faire les analyses en dimension deux (2) en utilisant les deux (2) premiers facteurs (facteur 1 et facteur 2). Cependant, au regard des résultats de la figure 2, nous observons que le premier axe est le facteur de sélection. Sa partie négative décrit les individus qui ont présenté des déficits alimentaires (groupe 2). Par contre, la partie positive du premier axe représente les individus qui n'ont ou presque pas de déficit alimentaire (groupe 1). A cet effet, il paraît opportun d'analyser les données à partir d'un seul facteur, notamment qu'est le facteur de sélection (facteur 1). Les résultats de la figure, ci-dessus, nous

apprennent qu'il est judicieux de construire un IDA avec deux (2) modalités au lieu de trois (3). En maintenant les résultats de la figure 2, la coupure de l'arbre de décision en deux classes révèle que les individus n'ayant relativement pas de déficits alimentaires sont ceux de la classe 1 (voir tableau A1 en annexe). Cependant, ceux de la classe (2) ont présenté des déficits alimentaires (voir tableau A2 en annexe). Ainsi, il ressort de l'échantillon de l'enquête FRAT que 2 815 personnes (soit 36,30%) souffrent de déficit alimentaire. La plupart de ces personnes sont de sexe masculin et vivent en milieu urbain (Tableau1).

**Tableau 1** : Répartition de la population par sexe selon le niveau de déficience alimentaire

		Pas de déficit Alimentaire	Déficit Alimentaire	Total
Sexe	<b>Masculin</b>	<b>60,52%</b>	<b>39,48%</b>	<b>100%</b>
	<b>Féminin</b>	<b>66,48%</b>	<b>33,52%</b>	<b>100%</b>
Milieu de résidence	<b>Urbain</b>	<b>65,13%</b>	<b>34,87%</b>	<b>100%</b>
	<b>Rural</b>	<b>61,15%</b>	<b>38,85%</b>	<b>100%</b>
Total		<b>63,70%</b>	<b>36,30%</b>	<b>100%</b>

Source : Calcul de l'auteur sur les données du FRAT

Une fois que l'IDA qui est notre variable dépendante est construit, il urge d'estimer le deuxième modèle afin de déterminer si la consommation des produits agricoles influent sur la sécurité alimentaire.

### Présentation de la base de données

Pour cette analyse économétrique, nous utiliserons une base de données secondaire. En réalité, nos données proviennent de l'enquête FRAT (Fortification Rapid Assisment Tool) qui a été conduite par l'Institut National de la Statistique (INS), en collaboration avec le Programme Alimentaire Mondial (PAM) sur la consommation de la farine de manioc (foufou) au Congo, réalisée en 2015 sur tout le territoire national<sup>3</sup>. L'enquête FRAT a enquêté sur 1537 ménages où l'éligibilité du ménage a porté sur le fait d'avoir une femme âgée de 15 à 49 ans

ayant à sa charge un enfant dont l'âge varie entre 6-59 mois.

### Présentation du modèle

Il est question, ici, de présenter théoriquement le modèle postulé, de spécifier les variables, d'indiquer les options spéciales d'estimation du modèle puis d'interpréter les résultats. Considérons qu'un individu  $i$  (avec  $i=1, 2, \dots, I$ ) tire une utilité pour chacun de ces  $j$  choix (avec  $j = 1, 2, \dots, J$ ). Cette utilité notée  $U_{ij}$  se compose d'une partie déterministe ( $V_{ij}$ ) qui dépend de différentes variables observables et d'un terme aléatoire (le vecteur  $\varepsilon_{ij}$ ). Ce terme aléatoire correspond aux facteurs inobservables qui peuvent influencer la décision de l'individu. Ainsi, la fonction d'utilité de l'individu  $i$  peut s'écrire implicitement de la manière suivante :

$$U_{ij} = V_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

<sup>3</sup> Le territoire national a été reparti en deux grandes zones : la zone dite de grande consommation de farine de manioc (Brazzaville,

Pointe-Noire et Ouessou) et la zone de grande production de manioc (Pool, Bouénza, Plateaux, la cuvette et la cuvette-Ouest).

Le terme d'erreur est supposé être distribué identiquement et indépendamment par une loi de valeur extrême de type 1. La règle de décision pour chacun des  $i$  individus consiste à sélectionner l'alternatif  $j$  qui maximise sa fonction d'utilité. Dans ce travail, l'on se propose d'estimer un modèle logistique. Pour ce faire, nous avons construit une variable indicatrice  $Y_{ij}$  (IDA) à prédire, qui prend la valeur 1 si l'individu  $i$  n'est pas en déficit alimentaire (non pauvre) et 0 sinon. Sous la condition de maximisation des utilités individuelles en présence d'un choix binaire, Fadden (1973) montre que:

$$P(Y_{ij} = 1) = P_{ij} = \frac{\exp(V_{ij})}{1 + \exp(V_{ij})} \quad (2)$$

$$P(Y_{ij} = 0) = (1 - P_{ij}) = \frac{1}{1 + \exp(V_{ij})}$$

(3)

$Y_i$  désigne la probabilité de ne pas être en déficit alimentaire (non pauvre) en fonction d'un vecteur de variables explicatives.

$$X_{ij} = V_{ij} = \beta' X_{ij} \quad (4)$$

$\beta'$  est le vecteur constant des paramètres à déterminer pour le modèle. L'estimation s'effectue en maximisant la fonction de vraisemblance  $L'$ .

$$L'(Y_{ij}, X_{ij}, \beta_{ij}) = \prod_{i=1}^{N_1} \left[ \frac{1}{1 + \exp(\beta' X_{ij})} \right]^{1 - Y_{ij}} \left[ \frac{\exp(\beta' X_{ij})}{1 + \exp(\beta' X_{ij})} \right]^{Y_{ij}}$$

(5)

### Présentation des variables du modèle

Le modèle est une analyse statistique qui décrit les variations d'une variable appelée endogène (expliquée, à expliquer ou dépendante) associée aux variations de plusieurs variables appelées exogènes (explicatives ou indépendantes).

#### a) Variable expliquée du modèle

Rappelons que l'objectif de ce paragraphe est d'analyser si les produits agricoles influencent la sécurité alimentaire. La variable dépendante de notre modèle est composite. En effet, cette variable a été construite à partir de 18 variables dans la base FRAT. Elle a deux modalités, et est codifiée de la manière suivante :  $Y=0$  (Pas de déficit alimentaire : Non pauvre) et  $Y=1$  (Déficit alimentaire : Pauvre).

#### b) Variables explicatives

Les variables indépendantes de cette étude sont les 17 produits retrouvés dans la base FRAT. Il s'agit entre autres de l'igname, des aubergines, du gombo, du piment, du fougou, du miel, de la noix de coco, de la noix de palme, du Safou, des barbadines, du citron, des fruits sauvages, de l'ananas, des oranges, des légumes, de la tomate et de l'huile de palme.

### Estimation et validation du modèle

#### Estimation du modèle

Il ressort de l'estimation du modèle (tableau 2) que la valeur du maximum de vraisemblance est grande en valeur absolue (-37,835). Ce qui amène à conclure que les données sont compatibles avec le modèle retenu. Par ailleurs, pour chaque variable, le test de wald montre jusqu'à quel point chaque variable explicative est liée significativement à la variable dépendante. En ce qui concerne le chi2 de wald, les probabilités qui y sont associées sont inférieures à 0,05. Cela signifie que les variables retenues dans le modèle sont globalement significatives. Enfin, le modèle a un fort pouvoir prédictif (pseudo-R2=0,4065). Toutefois, ces tests permettent de valider tous les modèles qualitatifs. Ici, la validation du modèle se fera par les tests spécifiques au modèle logit puisque les informations fournies par ces tests ne nous permettent pas de conclure que le modèle retenu est bon. Ainsi, avant de passer à l'interprétation et à la discussion des résultats obtenus, il est important de montrer que le modèle est bon en déterminant la qualité de l'ajustement des données dudit modèle.

**Tableau 2** : Estimation du modèle logit

<b>Logistique régression</b>	<b>Nombre d'observation</b>	=	92
	<b>Wald chi2 (7)</b>	=	51,83
	<b>Prob&gt; chi2</b>	=	0,0000
<b>Log pseudolikelihood</b>	<b>Pseudo R2</b>	=	0,4065
=	-37,835008	=	
<b>Variable dépendante</b>	<b>IDA</b>		
<b>Variabiles explicatives</b>	<b>Coefficients</b>	<b>P-value</b>	
Foufou	0,016	0,003	
Haricot	0,003	0,027	
Viande	-0,003	0,021	
Légumes	0,001	0,012	
Alcool	-0,003	0,004	
Gnetum	0,015	0,258	
Oignons	0,016	0,073	
Constante	- 4,910	0,001	

Source : L'auteur à base des données FRAT

**Validation du modèle**

Un « bon » modèle est un modèle qui, à priori, fournit une description raisonnable. Comment parvenir à un tel modèle ? Il n'existe pas de stratégie de modélisation optimale mais des principes. Dans notre cas, nous allons, d'abord, vérifier la capacité du modèle à bien classer les individus ayant un déficit alimentaire et ceux qui n'en ont pas, ensuite, nous nous appuyerons sur l'évaluation de l'aptitude qu'a le modèle à discriminer les positifs des négatifs par l'inspection des courbes de sensibilité, de spécificité et de ROC. Et enfin, nous ferons le test de Hosmer et Lemeshow pour vérifier la qualité d'ajustement du modèle aux données.

**a) Tableau de classement du modèle**

On utilise le modèle logistique pour modéliser la probabilité des attributs 0/1 de la variable dépendante, notée  $y$ , en fonction des Co-variables retenues. A partir des probabilités estimées, on décidera, en fixant un seuil, de classer l'individu dans la catégorie  $y = 1$  si sa probabilité est supérieure au seuil et dans la catégorie  $y = 0$  sinon, il s'agit d'une règle de classement :

$$\begin{cases} \hat{y} = 1 \text{ si } \hat{P}_i = \hat{P}(y = 1/x_j) \geq \text{seuil} \\ \hat{y} = 0 \text{ sinon} \end{cases}$$

Il est intéressant de déterminer la performance du classement et comment celui-ci dépend de la règle choisie. Pour cela, on va utiliser un tableau qui permettra de connaître si le modèle prédit bien les positifs et les négatifs. L'objectif de ce tableau (cf. annexe) est de déterminer s'il n'y a pas localement des observations très mal ajustées et ayant possiblement un effet important sur l'estimation des coefficients.

Il ressort du tableau 3 (cf. annexe) que pour les individus n'ayant pas un déficit alimentaire (47), le modèle indique que 41 individus ont une probabilité estimée de ne pas avoir un déficit alimentaire, inférieure à 50 %. En effet, dans 87,23 % des cas, l'absence du déficit alimentaire est correctement prévue au seuil de 5 %. Pour les individus ayant un déficit alimentaire (45), le modèle indique que 37 individus ont une probabilité estimée supérieure à 50 %. Autrement dit, dans 82,22 % des cas, le risque d'avoir un déficit alimentaire est correctement prévu au seuil de 5 %. Globalement, pour un seuil de 5 %, le modèle semble bien classer 78 individus sur 92. Ce qui fait un taux de bon classement de 84,78 %.

**b) Evaluation du pouvoir discriminant du modèle : sensibilité, spécificité et courbe ROC**

On utilise le modèle logistique pour modéliser la probabilité des attributs 0/1 de la variable dépendante Y en fonction des co-variables  $X_1, X_2, \dots, X_n$ . A partir des probabilités estimées, on décidera en fixant un seuil, par exemple à 0,5, de classer l'individu dans la catégorie Y = 1 si sa probabilité est supérieure au seuil et dans la catégorie Y = 0 sinon, il s'agit d'une règle de classement :

Il est intéressant de déterminer la performance du classement et savoir comment celui-ci dépend du seuil (ou de la règle) choisi. Pour cela, nous allons considérer les notions de sensibilité et de spécificité. La sensibilité est définie comme la probabilité de classer l'individu dans la catégorie des individus n'ayant pas de déficit alimentaire<sup>4</sup> (y = 1) étant donné qu'il est effectivement observé dans celle-ci:

$$\text{Sensitivité} = P(\text{test} + / Y = 1)$$

La spécificité par contre est définie comme la probabilité de classer l'individu dans la catégorie de ceux qui ont un déficit alimentaire<sup>5</sup> (y = 0) étant donné qu'il est effectivement observé dans celle-ci :

$$\text{Spécificité} = P(\text{test} - / Y = 0)$$

Lorsqu'on varie le seuil, la sensibilité et la spécificité changent, puisque la règle de classement est modifiée. Afin de représenter les valeurs pour toutes les possibilités de seuils, on dessine, sur un graphe, des courbes de sensibilités et spécificités. Une courbe ROC est une courbe qui découle du graphique des courbes de sensibilités et spécificités. Pour un seuil donné, on relève la valeur de l'ordonnée pour chacune des deux courbes et en les reportant dans le graphique, on obtient un point particulier de la courbe ROC. Il est clair qu'un modèle sans valeur prédictive donne une courbe ROC qui correspond à la droite de 45° et une aire sous la courbe de 0,5 (moitié de la surface du carré). Par contre, un modèle parfait aura une courbe ROC avec une aire en dessous d'elle de 1. La surface de la courbe nous permet d'évaluer la précision du modèle pour

discriminer les valeurs positives (Y = 1) des valeurs négatives (Y = 0). On retiendra comme règle du pouce :

- Si aire ROC < 0,5 il n'y a pas de discrimination.
- Si aire  $0,5 \leq \text{ROC} < 0,7$  la discrimination est acceptable.
- Si aire  $0,7 \leq \text{ROC} < 0,9$  la discrimination est excellente.
- Si aire  $\text{ROC} \geq 0,9$  la discrimination est exceptionnelle.

Lorsque toutes les étapes sont validées, on a des raisons de croire que le modèle choisi est le bon. Ainsi, on peut passer à l'interprétation des résultats. Un bon modèle doit être bien calibré et permettre une bonne discrimination. Or, on peut avoir des cas où le modèle est bien ajusté (obtention d'un bon taux de bon classement) mais fournit une mauvaise discrimination. Par conséquent, il importe de vérifier si notre modèle discrimine bien les positifs des négatifs comme il les classe déjà bien. Pour le vérifier, nous allons considérer les notions de sensibilité et spécificité<sup>6</sup>. On constate qu'en fixant le seuil à 0,3 on obtient un classement avec une sensibilité et spécificité d'environ 60% (voir figure 3 en annexe). Pour ce qui est de l'indicateur de la capacité du modèle à discriminer, nous avons la courbe ROC. La surface sous cette courbe nous permet d'évaluer la précision du modèle pour discriminer les positifs des négatifs. Ainsi, il ressort de la figure 5 que la discrimination est acceptable car nous obtenons l'aire de ROC (0,6399) comprise entre 0,5 et 0,7.

**c) Test de Hosmer et Lemeshow**

Le test de Hosmer et Lemeshow est basé sur un regroupement des probabilités prédites par le modèle, par exemple par décile. On calcule, ensuite, pour chacun des groupes le nombre observé de réponses positives Y = 1 et négatives Y = 0, que l'on compare au nombre espéré prédit par le modèle. On calcule alors une distance entre les fréquences observées et prédites au moyen d'une statistique du khi-deux. Lorsque cette distance est petite (p-valeur est supérieure au seuil de signification), on considère que le modèle est bien calibré. La démarche que nous allons adopter consiste d'une part, à évaluer l'adéquation globale du modèle au moyen de ce test, et d'autre part, en

<sup>4</sup> On dit que le test est positif. Car c'est ce phénomène que nous voulons modéliser.

<sup>5</sup> On dit que le test est négatif.

<sup>6</sup> Voir encadré A.1.

principe, lorsqu'on est satisfait de la qualité de l'ajustement global, on peut déterminer s'il n'y a pas de manière individuelle, des groupes très mal ajustés et ayant peut-être un impact important sur l'estimation des coefficients. Nous évaluerons le pouvoir discriminant du modèle qui nous permettra d'appréhender si nous avons choisi les « bonnes » variables explicatives ou s'il manque d'importants répresseurs pour arriver à prédire avec suffisamment de précision le risque d'avoir un déficit alimentaire avec les variables explicatives considérées dans le modèle. Ainsi,

les résultats du tableau 4 nous montrent que le test de Hosmer et Lemeshow est passé (la valeur d'Hosmer-Lemeshow est petite : 5,03) et que, par conséquent, l'ajustement global du modèle aux données est satisfaisant (P-valeur = 35,6 % >>> 5%). De même, nous avons regroupé les individus en dix (10) catégories. Et d'après les résultats du tableau ci-dessous, toutes les catégories sont bien ajustées car l'écart maximal de chaque groupe est faible et que leurs P-valeurs sont supérieures à 5%.

**Tableau 4:** Test de Hosmer-Lemeshow

Logistic model for IDA, goodness- of- fit test (There are only distinct quantiles because of ties)						
Group	Prob	Obs_1	Exp_1	Obs_0	Exp_0	Total
1	0,0760	0	0,4	10	9,6	10
2	0,1394	2	1,0	7	8,0	9
3	0,1791	1	1,5	8	7,5	9
4	0,2709	2	2,0	7	7,0	9
5	0,4199	2	3,1	7	5,9	9
6	0,6048	7	5,4	3	4,6	10
7	0,8322	6	6,7	3	2,3	9
8	0,9262	8	8,0	1	1,0	9
9	0,9455	8	8,4	1	0,6	9
10	0,9831	9	8,6	0	0,4	9

Nombre d'observation = 92  
 Nombre de groupes = 10  
 Hosmer-Lemeshow chi (8) = 4,31  
 Prob > chi (2) = 0,8280

Source : Calcul de l'auteur sur les données du FRAT

Eu égard des tests faits, nous pouvons dire que le modèle (logit binaire) que nous avons retenu est bon. Ainsi, il ne reste qu'à interpréter les résultats que nous avons obtenus.

### Interprétation et discussion des résultats

Il ressort du tableau ci-après que la farine du manioc (foufou) contribue énormément à la nutrition et participe à l'alimentation des populations. En effet, comparativement à ceux qui ne consomment pas cet aliment, ceux qui en consomment un peu (respectivement beaucoup) ont 1,23 (respectivement 3,00) fois plus de chance d'améliorer leur condition de vie alimentaire.

Partant de ces résultats obtenus ci-dessus, un enseignement peut être tiré :

### - La consommation de la farine de manioc (foufou) contribue positivement à la sécurité alimentaire

Les résultats de la régression présentés dans le tableau 5 indiquent que la variable farine du manioc (foufou) a des effets significatifs sur la probabilité de contribuer à la sécurité alimentaire. Ces résultats confirment la théorie de Sen (1981) qui stipule que les disponibilités alimentaires par personne sont en abondance quel que soit la période. Nos résultats sont cohérents avec certains travaux de la littérature en l'occurrence ceux obtenus par Massamba et Trèche (1994), Kibamba et al (1995), Mialoundama (2004), Teycheney et al (2007), Mialoundama et al (2016) qui ont montré que ces produits occupent une place très

importante à la consommation et contribuent énormément aux revenus des ménages. Cependant, deux points de vue sont opposés à la confirmation de ces résultats. D'une part, les travaux de Massamba et Trèche (1995), Mialoundama et al (2016) ont confirmé dans leurs différents travaux que les produits agricoles, qui sont d'une grande importance pour la zone humide du Congo, contribuent positivement à la sécurité alimentaire. Ce

produit est consommé au Congo et dans tous les pays de la sous-région. D'autre part, les travaux de Kibamba et al (1995), Jenny et Correelf (2002), ont confirmé que la vente de ce produit est une source de revenus qui permettent aux populations riveraines d'accéder à d'autres besoins (frais de scolarisation, loyer, soin de santé...).

**Tableau 5 : Effets marginaux**

Variable dépendante IDA		
Variabiles explicatives	Effets marginaux	p> z
Foufou	0,004	0,003
Haricot	0,001	0,027
Viande	-0,001	0,021
Légume	0,000	0,012
Alcool	-0,001	0,004
Gnetum	0,004	0,258
Oignon	0,004	0,073
Nombre d'observations	<b>92</b>	
Y=PR(Y) (Predict)	<b>0,4941</b>	

Source : Auteur à partir des annuaires statistique du M.E.F

## CONCLUSION

L'objectif de ce travail était d'analyser les effets de la consommation des produits agricoles (Foufou) sur la sécurité alimentaire au Congo-Brazzaville. Pour atteindre cet objectif nous nous sommes référés à un modèle logit binaire. Après application des techniques quantitatives, il en ressort que la consommation de la farine du manioc contribue positivement à la sécurité alimentaire au Congo.

Ainsi, pour favoriser la gestion durable des produits agricoles, il est nécessaire de préserver ces produits d'importance économique et pour les gérer durablement, il importe qu'une implication de politique nationale de gestion spécifique des produits agricoles soit élaborée par les acteurs en charge de la question à travers les suggestions ci-après : le renforcement les capacités techniques des micros producteurs dans la maîtrise du processus de fortification de la farine de manioc ; et d'autre part, la réhabilitation et le renforcement des infrastructures de transport en vue de garantir la

stabilité de l'offre de la farine de manioc sur les marchés.

## BIBLIOGRAPHIE

- Banque mondiale (2009). Renforcer la sécurité alimentaire dans les pays arabe, Washington DC, 84p.
- Bikoï A., 1998. Les productions bananières au Cameroun : étude de cas. In *Bananas and Food Security. Les productions bananières : un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire* (C. Picq, E. Fouré and E.A. Frison, eds). Proceedings of an International symposium held in Douala, Cameroon, 10-14 November 1998, pp: 89 – 101.
- Corniaux C., Niafo Y., Pocard Chapuis R., Coulibaly D., (2005). Consommation de lait et de produits laitiers dans les ménages de Ségou. Ségou: Projet FSP Lait, 21 p.
- FAO (2006): Global forest resources assessment (2005): progress towards sustainable forest management. Forestry Paper 147: <http://www.fao.org>. United

- Nations Food and Agriculture Organization (FAO), Rome
- FAO (2014). État de l'insécurité alimentaire dans le monde. Disponible sur : <<http://www.fao.org/publications/sofi/2014/fr/>>. (Consulté le 12 Novembre 2018).
- Jenny C., and Correelf H., (2002). Banana in: Hannen in: *Genetic Diversity of Tropical plants*, science Publisher Inc, pp: 555-560.
- Kibamba E., Tessier Y., et Trèche S, (1995). Transformation et commercialisation du manioc dans le district rural de Mouyondzi au Congo. pp : 255-270.
- Koffi C. (2016). « *Contribution des ressources arborées à la sécurité alimentaire des populations rurales dans le sud-Ouest du Burkina Faso dans un contexte de variabilité climatique* », Thèse de doctorat : Ecole Doctorale « ABIES » de l'Institut des Sciences et Industries du vivant et de l'environnement 15p.
- Koffi, Christophe K., Houria Djoudi, and Denis Gautier. (2016). « *Landscape Diversity and Associated Coping Strategies during Food Shortage Periods: Evidence from the Sudano-Sahelian Region of Burkina Faso* ». Régional Environnemental Change, March, 1–12. Doi:10.1007/s10113-016-0945-z.
- Malthus Th. (1798). An Essay on the Principle of Population, traduit en Français sous le titre *Essai sur le principe de population*, Paris : Edition Gonthier, Traduction de Robert THEIL, 1963, 236 p.
- Massamba J., (1987). *Étude de la problématique du rôle des produits à base de manioc dans le modèle de consommation alimentaire au Congo*. L.E.R.P.A.N (Laboratoire des Études et des Recherches sur la Physiologie, l'Alimentation et la Nutrition), Faculté des Sciences, Brazzaville, Congo, 29 p.
- Massamba J., et Trèche S. (1994). Influence de l'urbanisation sur la consommation de la chikwangue au Congo. pp : 297-303.
- Massamba J., et Trèche S. (1995). La consommation du manioc au Congo. pp 37-54.
- Mialoundama F., (2004). Importance économique du bananier et du bananier plantain. In Actes de l'atelier sur la production rapide des rejets sains de bananiers et plantains. Brazzaville du 07 au 10 décembre 2004. Société de Biologie du Congo, pp : 22 – 24.
- Mialoundama G., Ofouémé B., Tchouamo I., Boukoulou D., Mbemba A., Makouya H. et Mbougou Z (2016). « Analyse des déterminants de la consommation de la banana (*Musa sp.*) à Brazzaville, République du Congo » *Journal of Animal & plants Sciences*, Vol.31, Issue 1: 4864-4873.
- Stringer (2000). Food Security in Developing Countries. CIES Policy Discussion Paper, n° 11.
- Sen (1981). Poverty and Famines: An Essay on Entitlement and Deprivation. Clarendon Press: Oxford.
- Temple L., Bikoï A., et Châtaigner J., (1997). La consommation de la banane plantain au Cameroun. Les cahiers de la recherche développement, (44) :73-85.
- Teycheney P., Lockhart B., Acina I. and Candresse T., (2007). Dectection of banana mild manioc virus and banana virus x by polyvalent degenerate olizonucleotide RTPCP (PDO RT-PCP). *Journal of biological methods*, 142: 41 - 49.
- Trèche S, et Muchnik J, (1993). Changement technique et alimentation urbaine : identification et diagnostic des systèmes techniques de transformation du manioc en chikwangue à Brazzaville. Pp339-369.

ANNEXES

Figure 1 : Histogramme des 18 valeurs propres

HISTOGRAMME DES 18 PREMIERES VALEURS PROPRES				
NUMERO	VALEUR PROPRE	POURCENTAGE	POURCENTAGE CUMULE	
1	0.3486	34.86	34.86	*****
2	0.1021	10.21	45.06	*****
3	0.0733	7.33	52.40	*****
4	0.0648	6.48	58.88	*****
5	0.0525	5.25	64.13	*****
6	0.0477	4.77	68.90	*****
7	0.0438	4.38	73.28	*****
8	0.0354	3.54	76.82	*****
9	0.0335	3.35	80.17	*****
10	0.0292	2.92	83.09	*****
11	0.0280	2.80	85.89	*****
12	0.0267	2.67	88.56	*****
13	0.0232	2.32	90.88	*****
14	0.0224	2.24	93.12	*****
15	0.0201	2.01	95.13	*****
16	0.0182	1.82	96.95	*****
17	0.0167	1.67	98.61	*****
18	0.0139	1.39	100.00	*****

Tableau A1 caractérisation par les modalités de la classe 1

CLASSE 1 / 2									
V.TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES		IDEN	POIDS	
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES			
				63.70	CLASSE 1 / 2				
66.22	0.000	87.81	93.76	68.02	Non_deficit_vitaB2	VITA_B2Q	aa1a	4939	
63.07	0.000	86.05	93.78	69.42	Non_deficit_cuivre	CUIVREQ	VI01	5274	
61.55	0.000	89.43	86.70	61.75	Non_deficit_energie	ENERGIEQ	CU01	5383	
53.77	0.000	97.61	57.81	37.72	Non_deficit_magnesi	MAGNQ	EN01	4788	
51.26	0.000	77.30	97.51	80.35	Non_deficit_folate	FOLATEQ	MA01	2925	
50.77	0.000	81.00	91.31	71.81	Non_deficit_vitaB1	VIT_B1Q	FO01	6230	
50.56	0.000	91.19	68.52	47.86	Non_deficit_glucide	GLUCIDEQ	VI01	5568	
50.37	0.000	77.76	96.36	78.93	Non_deficit_calcium	CALCIUMQ	GL01	3711	
50.12	0.000	87.20	77.24	56.42	Non_deficit_vitaB3	VIT_B3Q	CA01	6120	
46.51	0.000	86.25	74.27	54.85	Non_deficit_proteine	PROTEINQ	VI01	4375	
39.87	0.000	72.30	97.93	86.28	Non_deficit_fer	FERQ	PR01	4253	
33.00	0.000	75.33	83.96	71.00	Non_deficit_vitaA	VIT_AQ	FE01	6690	
32.78	0.000	89.88	41.00	29.06	Non_deficit_lipide	LIPIDEQ	VI01	5505	
31.96	0.000	75.00	83.46	70.88	Non_deficit_vitaB6	VITA_B6Q	LI01	2253	
30.37	0.000	77.08	73.33	60.60	Non_deficit_vitaB12	VIT_B12Q	VI01	5496	
30.30	0.000	78.40	68.48	55.64	Non_deficit_vitaC	VIT_CQ	VI01	4699	
27.24	0.000	85.73	39.42	29.29	Non_deficit_vitaE	VIT_EQ	VI01	4314	
25.58	0.000	72.44	82.32	72.39	Non_deficit_vitaD	VIT_DQ	VI01	2271	
-25.58	0.000	40.78	17.68	27.61	Oui_deficit_vitaD	VIT_DQ	VI01	5613	
-27.24	0.000	54.57	60.58	70.71	Oui_deficit_vitaE	VIT_EQ	VI02	2141	
-30.30	0.000	45.26	31.52	44.36	Oui_deficitvitaC	VIT_CQ	VI02	5483	
-30.37	0.000	43.11	26.67	39.40	Oui_deficit_vitaB12	VIT_B12Q	VI02	3440	
-31.96	0.000	36.18	16.54	29.12	Oui_deficit_vitaB6	VITA_B6Q	VI02	3055	
-32.78	0.000	52.97	59.00	70.94	Oui_deficit_lipide	LIPIDEQ	VI02	2258	
-33.00	0.000	35.22	16.04	29.00	Oui_deficit_vitaA	VIT_AQ	LI02	5501	
-39.87	0.000	9.59	2.07	13.72	Oui_deficit_fer	FERQ	VI02	2249	
-46.51	0.000	36.30	25.73	45.15	Oui_deficit_proteine	PROTEINQ	FE02	1064	
-50.11	0.000	33.26	22.76	43.58	Oui_deficit_vitaB3	VIT_B3Q	PR02	3501	
-50.37	0.000	11.02	3.64	21.07	Oui_deficit_calcium	CALCIUMQ	VI02	3379	
-50.56	0.000	38.46	31.48	52.14	Oui_deficit_glucide	GLUCIDEQ	CA02	1634	
-50.77	0.000	19.62	8.69	28.19	Oui_deficit_vitaB1	VIT_B1Q	GL02	4043	
-51.26	0.000	8.07	2.49	19.65	Oui_deficit_folate	FOLATEQ	VI02	2186	
-53.77	0.000	43.16	42.19	62.28	Oui_deficit_magnesi	MAGNQ	FO02	1524	
-61.55	0.000	22.15	13.30	38.25	Oui_deficit_energie	ENERGIEQ	MA02	4829	
-63.07	0.000	12.95	6.22	30.58	Oui_deficit_cuivre	CUIVREQ	EN02	2966	
-66.22	0.000	12.42	6.24	31.98	Oui_deficit_vitaB2	VITA_B2Q	CU02	2371	
							VI02	2480	

Figure 2 : Représentation des variables nominales actives permettant de construire l'IDA sur le plan (1,2)

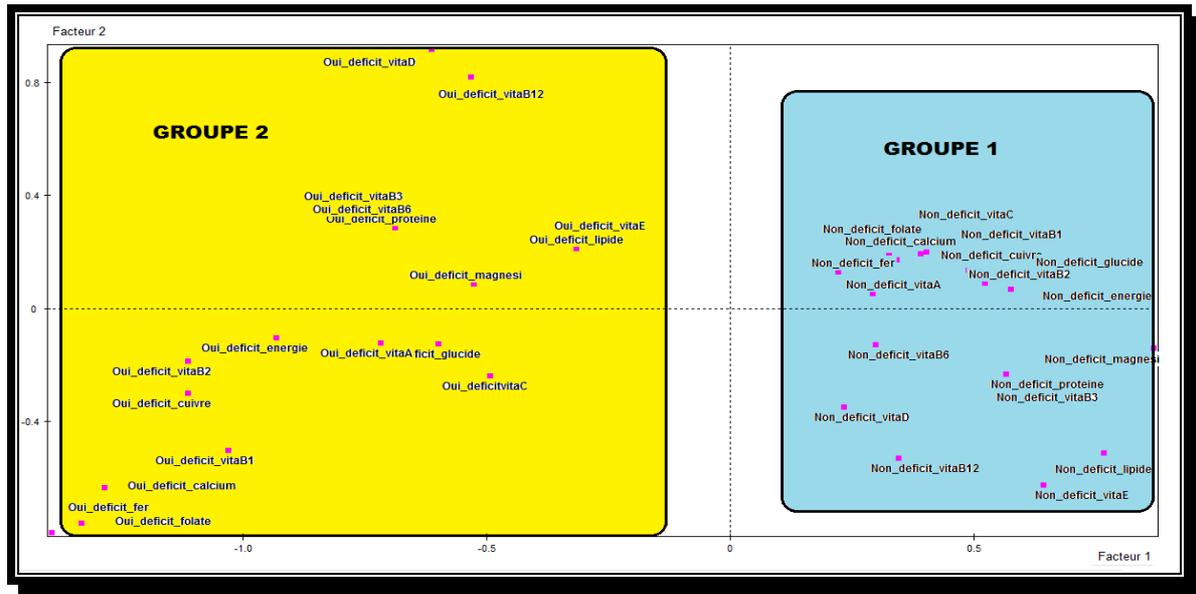


Tableau A2 caractérisation par les modèles de la classe 2

CLASSE 2 / 2									
V.TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES		IDEN	POIDS	
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES			
				36.30	CLASSE 2 / 2		aa2a	2815	
66.22	0.000	87.58	77.16	31.98	Oui_deficit_vitaB2	VITA_B2Q	VI02	2480	
63.07	0.000	87.05	73.32	30.58	Oui_deficit_cuivre	CUIVREQ	CU02	2371	
61.55	0.000	77.85	82.02	38.25	Oui_deficit_energie	ENERGIEQ	EN02	2966	
53.77	0.000	56.84	97.51	62.28	Oui_deficit_magnesi	MAGNQ	MA02	4829	
51.26	0.000	91.93	49.77	19.65	Oui_deficit_folate	FOLATEQ	FO02	1524	
50.77	0.000	80.38	62.42	28.19	Oui_deficit_vitaB1	VIT_B1Q	VI02	2186	
50.56	0.000	61.54	88.38	52.14	Oui_deficit_gluclide	GLUCIDEQ	GL02	4043	
50.37	0.000	88.98	51.65	21.07	Oui_deficit_calcium	CALCIUMQ	CA02	1634	
50.12	0.000	66.74	80.11	43.58	Oui_deficit_vitaB3	VIT_B3Q	VI02	3379	
46.51	0.000	63.70	79.22	45.15	Oui_deficit_proteine	PROTEINQ	PR02	3501	
39.87	0.000	90.41	34.17	13.72	Oui_deficit_fer	FERQ	FE02	1064	
33.00	0.000	64.78	51.76	29.00	Oui_deficit_vitaA	VIT_AQ	VI02	2249	
32.78	0.000	47.03	91.90	70.94	Oui_deficit_lipide	LIPIDEQ	LI02	5501	
31.96	0.000	63.82	51.19	29.12	Oui_deficit_vitaB6	VITA_B6Q	VI02	2258	
30.37	0.000	56.89	61.74	39.40	Oui_deficit_vitaB12	VIT_B12Q	VI02	3055	
30.30	0.000	54.74	66.89	44.36	Oui_deficit_vitaC	VIT_CQ	VI02	3440	
27.24	0.000	45.43	88.49	70.71	Oui_deficit_vitaE	VIT_EQ	VI02	5483	
25.58	0.000	59.22	45.04	27.61	Oui_deficit_vitaD	VIT_DQ	VI02	2141	
-25.58	0.000	27.56	54.96	72.39	Non_deficit_vitaD	VIT_DQ	VI01	5613	
-27.24	0.000	14.27	11.51	29.29	Non_deficit_vitaE	VIT_EQ	VI01	2271	
-30.30	0.000	21.60	33.11	55.64	Non_deficit_vitaC	VIT_CQ	VI01	4314	
-30.37	0.000	22.92	38.26	60.60	Non_deficit_vitaB12	VIT_B12Q	VI01	4699	
-31.96	0.000	25.00	48.81	70.88	Non_deficit_vitaB6	VITA_B6Q	VI01	5496	
-32.78	0.000	10.12	8.10	29.06	Non_deficit_lipide	LIPIDEQ	LI01	2253	
-33.00	0.000	24.67	48.24	71.00	Non_deficit_vitaA	VIT_AQ	VI01	5505	
-39.87	0.000	27.70	65.83	86.28	Non_deficit_fer	FERQ	FE01	6690	
-46.51	0.000	13.75	20.78	54.85	Non_deficit_proteine	PROTEINQ	PR01	4253	
-50.12	0.000	12.80	19.89	56.42	Non_deficit_vitaB3	VIT_B3Q	VI01	4375	
-50.37	0.000	22.24	48.35	78.93	Non_deficit_calcium	CALCIUMQ	CA01	6120	
-50.56	0.000	8.81	11.62	47.86	Non_deficit_gluclide	GLUCIDEQ	GL01	3711	
-50.77	0.000	19.00	37.58	71.81	Non_deficit_vitaB1	VIT_B1Q	VI01	5568	
-51.26	0.000	22.70	50.23	80.35	Non_deficit_folate	FOLATEQ	FO01	6230	
-53.77	0.000	2.39	2.49	37.72	Non_deficit_magnesi	MAGNQ	MA01	2925	
-61.55	0.000	10.57	17.98	61.75	Non_deficit_energie	ENERGIEQ	EN01	4788	
-63.07	0.000	13.95	26.68	69.42	Non_deficit_cuivre	CUIVREQ	CU01	5383	
-66.21	0.000	12.19	22.84	68.02	Non_deficit_vitaB2	VITA_B2Q	VI01	5274	

Tableau 3 : de la qualité prévisionnelle du modèle

Logistic model for SA			
Classified	True		Total
	D	~D	
+	37	6	43
-	8	41	49
Total	45	47	92

Classified + if predicted  $\Pr(D) \geq .5$   
 True D defined as SA != 0

Sensitivity	$\Pr(+ D)$	82.22%
Specificity	$\Pr(- \sim D)$	87.23%
Positive predictive value	$\Pr(D +)$	86.05%
Negative predictive value	$\Pr(\sim D -)$	83.67%
False + rate for true ~D	$\Pr(+ \sim D)$	12.77%
False - rate for true D	$\Pr(- D)$	17.78%
False + rate for classified +	$\Pr(\sim D +)$	13.95%
False - rate for classified -	$\Pr(D -)$	16.33%