UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

Détermination de la teneur en calcium, magnésium, fer et zinc de cinq cultivars de gombo, abelmoschus esculentus (L.) Moench, cultives à Bujumbura Burundi

Bigirimana, Audace

2020-10
UB
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/185

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

UNIVERSITE DU BURUNDI





FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE CHIMIE

_____

DETERMINATION DE LA TENEUR EN CALCIUM, MAGNESIUM, FER ET ZINC DE CINQ CULTIVARS DE GOMBO, *ABELMOSCHUS ESCULENTUS* (L.) MOENCH, CULTIVES A BUJUMBURA-BURUNDI

Par

BIGIRIMANA Audace

MEMOIRE

Présenté et soutenu publiquement en vue d'obtenir :

Diplôme de Master en Sciences Chimiques
Option : Contrôle et Analyses chimiques (CAC)

_____

SOUS LA DIRECTION DE :
Prof. NIZIGIYIMANA Libérata

MEMBRES DU JURY
Prof. NTAKARUTIMANA Vestine : Président
Dr. NIHORIMBERE Manassé : Secrétaire
Prof. NDAMANISHA Jean Chrysostome : Membre

Bujumbura, Octobre 2020

DEDICACES

A mon cher père NDIKURIYO Daniel,

A ma chère mère BIZIMANA Véronique,

A mes frères et sœurs,

A tous ceux qui me sont chers,

Je dédie ce mémoire.

REMERCIEMENTS

Ce travail est le fruit des efforts et de la bonne collaboration de beaucoup des personnes dont, à travers ces quelques lignes, je m'en voudrais de ne pas remercier.

Le travail est réalisé dans le Laboratoire de Chimie et des Sciences de la Terre (LACHIST) du Centre de Recherche en Sciences Naturelles et Environnement (CRSNE) de la faculté des sciences de l'université du Burundi, en collaboration avec le Laboratoire d'Analyse des Sols et des Produits Agro-alimentaires (LASPA) de l'ISABU sous la direction du prof NIZIGIYIMANA Libérata.

Mes remerciements, tout d'abord, à Madame NIZIGIYIMANA Libérata, Professeur, promoteur et directeur de ce mémoire. Son entière disponibilité au travail de recherche, sa rigueur scientifique, ses précieux conseils et ses encouragements me resteront inoubliables et exemplaires.

Ensuite, mes remerciements s'adressent au CRSNE qui a financé entièrement ce travail de recherche à travers le Projet Gombo.

Aussi, je tiens à remercier Madame NTAKARUTIMANA Vestine, Professeur, Responsable de Master en Sciences chimiques option Contrôle et Analyses chimiques (CAC), Coordonnateur du Projet Gombo. Ses orientations m'ont été d'une utilité inestimable. Que le tout puissant lui donne longue vie.

Que Madame Elena SEMENOVA, Responsable du laboratoire LASPA de l'ISABU, trouve ici l'expression de ma reconnaissance pour sa disponibilité tout au long du travail d'analyses dans ce laboratoire.

En plus, que Monsieur IRAKOZE Eliphaz, étudiant de Master en Biologie des Organismes et Ecologie, pour sa contribution dans le suivi du champ d'expérimentation de mon travail de recherche, que Monsieur HABARUGIRA Norbert, Préparateur au laboratoire de Botanique pour son apport dans la préparation du terrain expérimental, trouvent ici l'expression de ma vive joie.

Merci à ma sœur NDAYISHEMEZE Anne-Marie pour votre soutien tant moral que matériel.

Que mes chers parents trouvent également ici l'expression de ma gratitude pour s'être tant donnés pour toute ma scolarité et mon éducation. Merci à Vous Monsieur KAZOHERA Vénérand, pour votre contribution financière durant ma formation en master. Que Dieu vous bénisse.

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1.Photo de Gombo, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench 5

Figure 1.2. Section transversale du fruit de Gombo, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench..... 6

Figure 2.3. Les plants des cinq cultivars de Gombo étudiés 9

Figure 2.4. Schéma du terrain expérimental suivant un dispositif carré latin 10

Figure 3.5. ACP-Corrélation des teneurs en minéraux des feuilles et fruits des cinq cultivars de Gombo 19

Figure 3.6.ACP-Classification hiérarchique des cinq cultivars de Gombo..... 20

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1. Caractérisation morphologique des cinq cultivars étudiés **8**

Tableau.2.2. Résultats de test de Normalité et homogénéité exprimés en P-value **16**

Tableau 3.3. Caractérisation physicochimique de trois sols **17**

Tableau 3.4. Résultats de dosage spectrophotométrique, des éléments minéraux (Ca, Mg, Fe et Zn) des feuilles et des fruits des cinq cultivars de Gombo **18**

Tableau 3.5. Tukey-Comparaison multiple des teneurs en Ca des feuilles de cinq cultivars de Gombo **21**

Tableau 3.6. Tukey-Comparaison multiple des teneurs Mg des feuilles de cinq cultivars de Gombo **22**

Tableau 3.7. Tukey-Comparaison multiple des teneurs en Fe des feuilles de cinq cultivars de Gombo **23**

Tableau 3.8. Tableau.Tukey-Comparaison multiple des teneurs en Zn des feuilles de cinq cultivars de Gombo **24**

Tableau 3.9. Tukey-Comparaison multiple des teneurs en Mg des fruits de cinq cultivars de Gombo **25**

LISTE DES SIGLES, ABREVIATIONS ET SYMBOLES

°C : Degré Celsius

µm : micromètre

µS/Cm : microsiems par centimètre

ACP : Analyse en Composantes Principales

ANOVA : Analysis Of Variance

Av. J-C : Avant Jésus-Christ

CPA : Component Principal Analysis

CRSNE : Centre de Recherche en Sciences Naturelles et de l'environnement

CSLP : Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvrété

DM : Dry Mater

ISABU : Institut des Sciences Agronomiques du Burundi

LASPA : Laboratoire d'Analyse des Sols et des Produits Agro-alimentaires

MS : Matière Sèche

N .A : Non Applicable

p^{H}_{H2O} : p^{H}_{eau} du sol

PND : Plan National de Développement

SAA : Spectrophotométrie d'Absorption Atomique

UNN : United Nations Network

V : Volt

W : Watt

RESUME

Ce travail de recherche a pour but de déterminer les teneurs en Ca, Mg, Fe et Zn de cinq cultivars de Gombo. Il contribuera à l'amélioration de la nutrition de la population burundaise en proposant aux consommateurs lesquelles de ces cultivars sont les plus intéressantes pour l'enrichissement de plats alimentaires en éléments minéraux.

Cinq cultivars G_1, G_2, G_3, G_4, et G_5 de Gombo, *Abelmoschus esculentus (*L.) Moench, ont été cultivées sur un terrain amandé au fumier animal, et situé dans la région de l'Imbo au Burundi. Les jeunes fruits et les jeunes feuilles terminales de chaque cultivar ont été échantillonnés de façon systématique. Les minéraux ont été déterminés par spectrophotométrie d'absorption atomique (SAA). La variation en éléments minéraux diffère significativement entre les feuilles et les fruits pour les cinq cultivars. Les cultivars G_2 et G_3 ont montré la même variation en éléments minéraux en utilisant la méthode d'analyse en composante principale (ACP). Après le traitement statistique par ANOVA, l'analyse spectrophotométrique minérale a montré des niveaux très élevées excédant parfois plus de 100% des recommandations nutritionnelles journalières. Les feuilles ont montré des teneurs plus élevées en éléments minéraux analysés pour tous les cultivars, et les teneurs maximales enregistrés pour 100g MS sont : 7342,40±90,86mg Ca (G_3), 269,20±3,92mg Mg (G_5), 41,47±4,19mg Fe (G_1, G_2 et G_3), et 8,42±0,48mg Zn (G_3 et G_4). Les fruits ont montré des teneurs en minéraux relativement faibles.

Mots clés : Teneurs (Ca, Mg, Fe, Zn), Cultivars, Gombo

ABSTRACT

This research aims to determine the Ca, Mg, Fe and Zn contents of five cultivars of Okra. It will contribute to the improvement of the nutrition of the Burundian population by offering to the consumers which of these cultivars are the most interesting for their food dishes enrichment in mineral elements.

Five cultivars G_1, G_2, G_3, G_4 and G_5 of Okra, *Abelmoschus esculenttus* (L.) Moench, were cultivated on a soil amanded with animal manure, and located in the Imbo region in Burundi. Young fruits and the terminal young leaves of each variety were systematically sampled. The minerals were determined by atomic absorption spectrophotometry (AAS) method. The variation in mineral elements differed significantly between leaves and fruits for all five cultivars. The Cultivars G_2 and G_3 showed the same variation in mineral elements using the principal component analysis (PCA) method. After statistical treatment by analysis of variance (ANOVA), the mineral spectrophotometric analysis showed very high levels exceeding sometimes more than 100% of the daily nutritional recommendations. Leaves showed high levels of analysed mineral elements for all cultivars, and the maximum levels registered for 100 DM were: 7342.40±90.86mg Ca (G_3), 269.20±3.92mg Mg (G_5), 41.47±4.19mg Fe (G_1, G_2 and G_3), and 8.42±0.48mg Zn (G_3 and G_4). The fruits showed the relatively low mineral contents.

Keywords: Contents (Ca, Mg, Fe, Zn), Cultivars, Okra

TABLE DES MATIERES

DEDICACES ..... **ii**

REMERCIEMENTS ..... **iii**

LISTE DES FIGURES ..... **iv**

LISTE DES TABLEAUX ..... **v**

LISTE DES SIGLES, ABREVIATIONS ET SYMBOLES ..... **vi**

RESUME ..... **vii**

ABSTRACT ..... **viii**

TABLE DES MATIERES ..... **ix**

0. INTRODUCTION GENERALE **1**

0.1. Contexte et problématique 1

0.2. Hypothèse de travail 3

0.3. Intérêt du sujet 3

0.4. Objectifs de recherche 4

CHAPITRE I: GENERALITES SUR LA PLANTE DE GOMBO, *ABELMOSCHUS ESCULENTUS* (L.) MOENCH **5**

I.1. Taxonomie 5

I.2. Description botanique 5

I.2.1. Taille 6

I.2.2. Feuilles 6

I.2.3. Fruit 6

I.3.Cultivars 6

I.4.Ecologie et conditions de croissance de Gombo 7

I.5. Culture de Gombo 7

CHAPITRE II: MATERIELS ET METHODES **8**

II.1. Matériel végétal 8

II.2. Sémis 10

II.3. Analyses physicochimiques du sol 11
II.4. Méthodes 12
II.4.1. Echantillonnage 12
II.4.2. Minéralisation et préparation d'échantillons 12
II.4.3. Préparation de solutions étalon 12
II.4.3.1. Etalon du Ca 12
II.4.3.2. Etalon du Mg 12
II.4.3.3. Etalon du Fe 13
II.4.3.4. Etalon du Zn 13
II.4.4. Dosage 13
II.5. Traitement statistique 14
II.5.1. Rôle des statistiques 14
II.5.2. Démarche poursuivie de l'étude 14
II.5.2.1.Modèles Shapiro–Wilk, Bartlett, Levene 14
II.5.2.2. L'analyse en composante principale (ACP) 15
II.5.2.3. ANOVA et Kruskal Wallis 15
CHAPITRE III: PRÉSENTATION ET DISCUSSION DES RÉSULTATS 16
III.1. PRESENTATION DES RESULTATS 16
III.2. DISCUSSION DES RESULTATS 26
CONCLUSION GENERALE ET SUGGESSIONS 30
REFERENCES 32
ANNEXE 35

0. INTRODUCTION GENERALE

0.1. Contexte et problématique

La plante de Gombo, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, Umurenda en Kirundi, cultivée pour ses fruits et légumes, est d'origines diverses ; elle serait venue de l'Inde en Asie, de l'Egypte en Afrique, et de l'Amérique. Cette plante est ancienne. En Egypte, elle date du début du 2ème millénaire Av. J-C (Chevalier, 1940).

Cette plante de Gombo est apparue au Burundi depuis les années 1995, seuls ses fruits sont aujourd'hui commercialisés dans les marchés de la ville de Bujumbura située dans la région naturelle Imbo, où la population les achète suivant leur forme et couleur (Nkengurutse & al., 2018)

Ses fruits et ses feuilles consommés frais ou secs, sous forme de sauce, sous forme de salades et beignets, présentent des effets antidiabétiques, antihyperlipidemiques et antioxydants, et il existerait de cultivars recommandés pour l'enrichissement nutritionnel de plats de malades spécifiques (Sabitha & al., 2011; Adelakun & al., 2009; Sawadogo & al., 2006; Murad & al., 2020).

Malgré la production alimentaire importante et variée, les différentes études et rapports montrent que les carences nutritionnelles demeurent un problème de santé publique dans le monde (Kouassi & al., 2013).

Les éléments minéraux existent en quantités variables dans l'organisme humain, et représentent 4 % du poids corporel. Les quatre éléments Ca, Mg, Fe et Zn sont parmi les minéraux les plus utiles de l'organisme d'autant plus qu'ils ont une proportion considérable que les autres dans les tissus humains. De la naissance à la maturité, la variation des stocks de l'organisme en ces minéraux est estimée respectivement de 24 g à 1300 g pour le Ca, 760 mg à 25 g pour le Mg, 250-300 mg à quelques grammes pour le Fe et 2g pour le Zn (ANSES, 2017; FAO, 2001). Les éléments minéraux Ca, Mg, Fe et Zn sont les plus essentiels pour la santé de l'homme. Les carences liés à ces nutriments sont très fréquents (Anuraj, 2020).

La variation du stock doit être constante pour satisfaire à un équilibre de l'organisme en chaque minéral. L'apport rationnel en éléments minéraux est nécessaire à l'organisme, par une alimentation riche en ces éléments.

FAO (2001) & ANSES (2017) montrent que les grandes sources alimentaires de Ca, Mg, Fe et Zn sont respectivement :

- Les produits laitiers ;
- La plupart des légumes verts, les graines de légumineuses, les pois, les haricots, les noix, les épices et la farine de soja qui contiennent toutes généralement plus de 500 mg/kg (50mg/100) de poids frais ;
- Les céréales, les légumineuses, les fruits, les légumes, la viande rouge, les volailles et les poissons ;
- La viande rouge maigre, les céréales complètes, les légumes secs et les légumineuses fournissent les concentrations les plus élevées de Zn 25-50 mg/kg de poids brut.

L'enrichissement en nutriments des différentes sources alimentaires dépend de la nature des sols de culture de l'aliment. La chimie du sol est un paramètre qui intervient dans la disponibilité et la variabilité des nutriments chez les plantes (Ohno & Amirbahman, 2010; Han & al., 2011; Androniki & al., 2020).

Chez l'homme les carences liées aux éléments minéraux peuvent être à l'origine de plusieurs problèmes de santé : cancer, hypertension, diabète (THEODORE & TULCHINSKY, 2010).

Les minéraux apportés par l'alimentation permettent à l'homme de maintenir sa santé, d'assurer ses fonctions biologiques et mécaniques. Ainsi, le Fe intervient dans le transport de l'oxygène ; le Ca dans la prévention des maladies chroniques comme l'hypertension, les cancers du côlon et du sein. Le Zn est un antioxydant intervenant dans le métabolisme des vitamines, dans les fonctions de reproduction et sensorielles. Le Mg intracellulaire joue un rôle clé dans l'action régulatrice de l'insuline et dans le bon fonctionnement du système vasculaire (Kouassi & al. J. Appl. Biosci, 2013; Kouassi & al., 2013).

Jusqu'aujourd'hui, pour les cultivars de Gombo existant au Burundi, seul un travail de caractérisation morphologique a été déjà fait (Nkengurutse & al., 2018) ; aucune recherche sur la valeur nutritionnelle, sur les vertus thérapeutiques, et sur l'agro-écologie, n'a encore été menée.

0.2. Hypothèse de travail

La plante de Gombo, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, est un légume-fruit dont les vertus nutritionnelles ont été largement démontrées dans d'autres pays excepté au Burundi (Nkengurutse & al., 2018). Alors, on peut se demander si le Gombo burundais renfermerait ou non les mêmes valeurs nutritionnelles observées ailleurs. Ainsi, dans cette étude, cinq cultivars seront testés pour leur contenu en ces quatre éléments minéraux essentiels Ca, Mg, Fe et Zn afin de voir s'ils présentent ou pas des différences de teneurs. Comme les feuilles et les fruits de Gombo sont consommés, il serait intéressant de savoir laquelle partie de la plante est plus riche en ces éléments et qui, par conséquent serait mieux indiquée pour l'enrichissement nutritionnel des plats.

0.3. Intérêt du sujet

UNN-BURUNDI(2019) montre que l'Afrique Australe et l'Afrique Centrale sont plus gravement touchées par le fléau de la malnutrition, avec des taux supérieurs à 25% de la population et 56% des enfants de moins de cinq ans souffrent de malnutrition chronique. Le Burundi y est classé en tête des pays africains les plus affectés par la malnutrition. Ce travail pourrait donc contribuer à la lutte contre la malnutrition dans notre pays, une fois qu'il aura été démontré que le Gombo regorge d'éléments nutritionnels essentiels pour l'organisme (UNN-BURUNDI, 2019).

En plus de répondre aux objectifs nationaux (cadre stratégique de lutte contre la pauvreté, CSLP II et le Plan National de Développement, PND), le travail répond aussi aux objectifs internationaux particulièrement les Objectifs de Développement Durable (ODD 1, 2, 3 et 8). BURUNDI-PND (2018) dans ses visions 13,14 et 16 et Burundi-CSLP II (2012) montrent que le Burundi attache du prix à l'amélioration des conditions de vie, de bien-être social, et de travail des populations (BURUNDI-PND, 2018 ; BURUNDI-CSLP II, 2012).

Par ailleurs, les résultats de ce travail vont constituer la première étape dans l'élaboration d'une table ou une base de données de composition alimentaire, nécessaire pour évaluer la valeur nutritionnelle en termes d'éléments minéraux (Ca, Mg, Fe et Zn) des cultivars de Gombo, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench cultivées au Burundi. Aussi, les résultats permettront de montrer lesquels de ces cultivars et quels organes (fruits ou feuilles) sont les plus intéressants pour l'enrichissement de plats alimentaires en éléments minéraux afin que la population burundaise les consomment pour des fins nutritives sélectives.

0.4. Objectifs de recherche

L'objectif global de ce travail est de contribuer à l'amélioration de la nutrition de la population burundaise.

Pour y parvenir, les objectifs spécifiques suivants se dégagent :

- Doser les teneurs des éléments minéraux Fe, Ca, Mg et Zn de cinq cultivars (G1, G2, G3, G4 et G5) de Gombo cultivées dans la région de l'Imbo au Burundi ;
- Comparer les teneurs en ces éléments minéraux (Ca, Mg, Fe et Zn) des feuilles par cultivar et entre cultivars ;
- Comparer les teneurs en ces éléments minéraux (Ca, Mg, Fe et Zn) des fruits par cultivar et entre cultivars ;
- Comparer les teneurs en ces éléments minéraux (Ca, Mg, Fe et Zn) des feuilles et des fruits des cinq cultivars.

CHAPITRE I: GENERALITES SUR LA PLANTE DE GOMBO, *ABELMOSCHUS ESCULENTUS* (L.) MOENCH

I.1. Taxonomie

Le Gombo se classe comme suit :

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Dilleniidae

Ordre : Malvales

Famille : Malvaceae

Genre : Abelmoschus

Espèce : *Abelmoschus esculentus* L. Moench

(EKRA, 2010) et (OUIS, 2016)

I.2. Description botanique

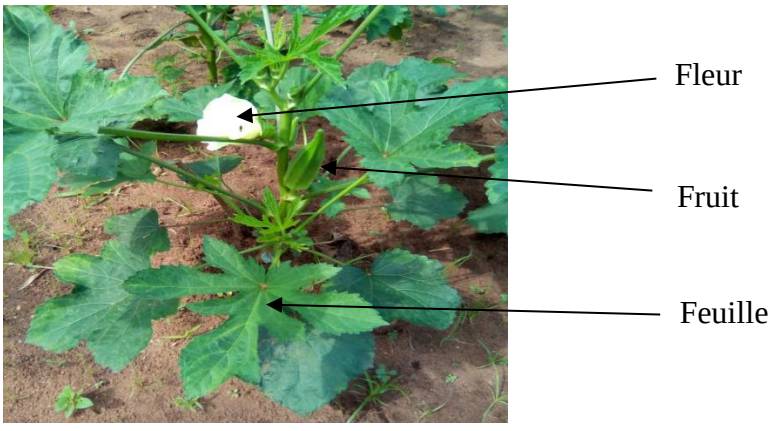


Figure 1.1.Photo de Gombo, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench

I.2.1. Taille

Le Gombo est une plante annuelle robuste, érigée, pouvant atteindre 2 à 4 m de haut pour les cultivars à longues tiges et 90 cm pour les cultivars nains ou à courtes tiges, plus ou moins fortement ramifiée ; tige cylindrique, avec des poils raides disséminés, souvent tachetée de rouge ; ramifications dressées à courbées vers le bas.

I.2.2. Feuilles

Les feuilles de Gombo, coloriées vertes ou rouges, sont simples et disposées en spirales. Selon les cultivars, elles ont des formes différentes qui peuvent être lobées, palmatilobées. Elles sont couvertes de poils raides.

I.2.3. Fruit

Capsule érigée, cylindrique à pyramidale, de 5–25 cm × 1–5 cm, acuminée, à section transversale ronde montrant des cavités, pentagonale ou hexagonale et jusqu'à octogonale remplies de graines molles, ils sont aussi comestibles. Le botaniste appelle capsules, les fruits de Gombo.

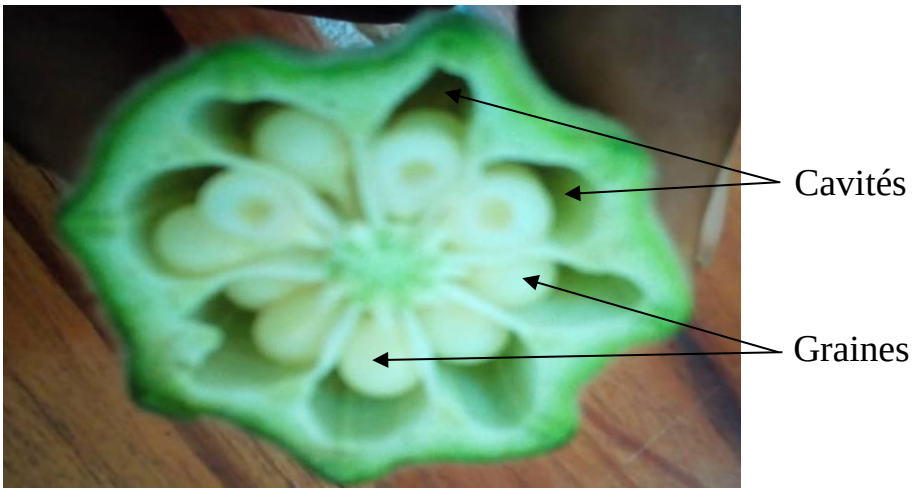


Figure 1.2. **Section transversale du fruit de Gombo, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench**

I.3.Cultivars

Il existe de nombreux cultivars qui sont répartis en deux groupes suivant la longueur des cycles de vie : les cultivars à cycle court qui sont à courtes tiges dites naines dont les fruits arrivent à maturité au bout de trois mois et ceux à cycle long qui sont à hautes tiges dont les fruits atteignent la maturité au bout de 6 à 9 mois.

I.4.Ecologie et conditions de croissance de Gombo

La sensibilité des végétaux aux températures extrêmes est très variable. Chaque plante possède ses conditions optimales de croissance et de développement (HOPKINS, 2003). L'espèce *Abelmoschus esculentus* préfère des régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes. Elle est répandue sur toute l'Afrique Tropicale. La période de culture nécessite des températures supérieures à 20°C pour une croissance normale. Cette espèce dont le pourcentage de germination et la rapidité de levée des semis sont optimaux à 30–35 °C, s'adapte aussi jusqu'à des températures de 35-45°C. Le Gombo, plante s'autopollinisant, ses graines germent facilement et rapidement (3 à 4 jours). L' *Abelmoschus esculentus* tolère une grande diversité de sols, mais préfère les limons sableux bien drainés, de pH 6–7, riches en matière organique (OUIS, 2016).

I.5. Culture de Gombo

La période culturale de semis de Gombo doit être relativement chaude pour permettre une bonne germination (OUIS, 2016).

Le semis se fait à raison de 1 à 3 graines par poquet et à une profondeur de 2 à 3 cm. Les densités de semis optimales sont comprises entre 50 000 et 150 000 plants/ha. Les écartements pratiqués sont de 20 cm à 40 sur la ligne et de 50 cm à 60 entre les lignes (PIZONGO, 2014) environ trois semaines après le semis, lorsque les plantes atteignent 8 à 10 cm de hauteur, on effectue le démariage à un plant par poquet (Nana & al., 2009). Pour obtenir des résultats satisfaisants, il est recommandé d'incorporer 10 à 20 t/ha de fumure organique dans le sol au moment de sa préparation et d'apporter une fumure minérale de proportion 1-1-2 de NPK qui, en raison de la longueur du cycle végétatif de la plante, devra être fractionnée et appliquée à 30, 50 et 70 jours après semis.

La récolte commence deux ou un mois et demi après le semis, selon le cultivar et concerne les fruits jeunes de 3 à 5 jours environ après la floraison, les fruits trop mûrs étant fibreux (EKRA, 2010).

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES

II.1. **Matériel végétal**

24 cultivars avaient été cultivés, mais ont poussé 5 cultivars dénommés G_1, G_2, G_3, G_4 et G_5 qui ont été ensuite utilisés dans le cadre de cette recherche. Les caractérisations morphologiques de ces 5 cultivars sont données dans le Tableau 2.1

Tableau 2.1. Caractérisation morphologique des cinq cultivars étudiés

Cultivar	Coloration de la tige	Feuille			Coloration Calice fleur	Coloration Fruit
		Coloration Nervure	Coloration Pétiole	Découpure		
G_1	Verte	Verte (rouge insertion)	Verte (miniscule tache rouge)	Palmatipartite	Verte	Verte
G_2	Verte	Verte (rouge insertion)	Verte (miniscule tache rouge)	Palmatipartite	Verte	Verte
G_3	Verte	Verte complet	Verte	Palmatilobée	Verte	Verte (Tache rouge/jeune)
G_4	Verte-rouge	Rouge à ½ des nervures	Rouge	Palmatifide	Tendance rouge	Verte
G_5	Verte-rouge	Verte (rouge insertion)	Rouge	Palmatifide	Tendance rouge	Verte

La Figure 2.3 montre les photos des cultivars G_1, G_2, G_3, G_4 et G_5 sous étude

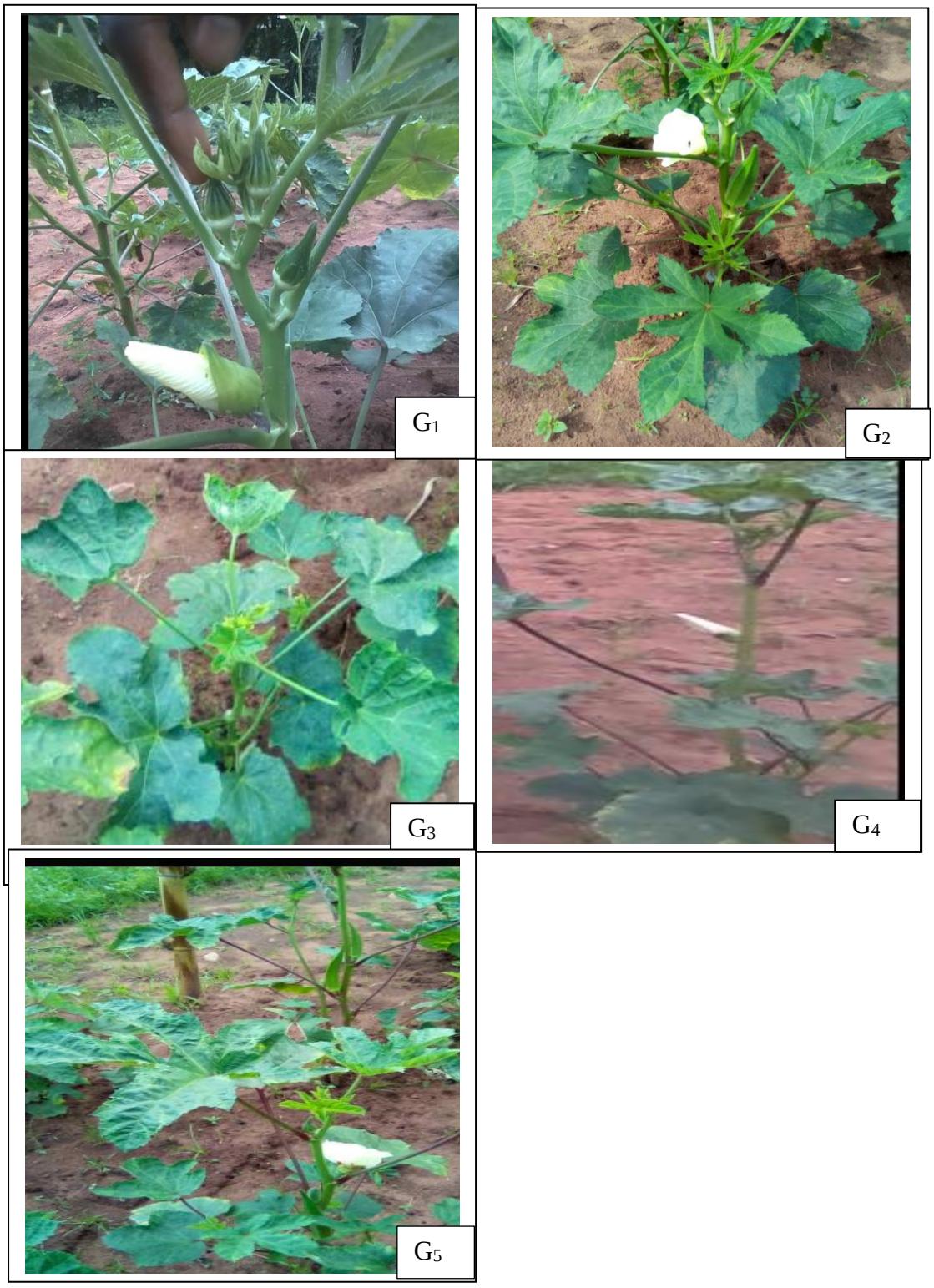


Figure 2.3. Les plants des cinq cultivars de Gombo étudiés

II.2. Sémis

Sur un terrain expérimental de la Faculté des Sciences, campus Mutanga, suivant un dispositif d'expérimentation « Carré latin » randomisé sans répétition (Fig.2.4), dans les poquets espacés de 50 cm, on a pratiqué un semis direct à raison de 3 graines par poquet. Les graines ont été sélectionnées des capsules qui étaient conservées au laboratoire de Botanique du Département de Biologie de ladite Faculté des sciences de l'Université du Burundi. De la fumure organique a été appliquée (OUIS, 2016). Un démariage de plants a été effectué lorsque les jeunes plants atteignaient environ 10 cm. Une lutte mécanique contre les ravageurs escargots a été faite. La culture a duré environ trois mois comptés de janvier (7/01/2020) à avril (02/4/2020).



Figure 2.4. Schéma du terrain expérimental suivant un dispositif carré latin

II.3. Analyses physicochimiques du sol

Le sol du terrain d'expérimentation a fait objet d'analyses effectuées à trois étapes pour évaluer sa composition et voir dans quelle mesure elle influe sur la teneur en différents éléments minéraux analysés :

i) avant fumure

ii) avec fumier organique provenant d'une étable de chèvres

iii) après récolte

A chaque étape, un échantillon représentatif de sol a été prélevé suivant la méthode d'échantillonnage composite rapportée dans le guide de fertilisation de BRUNSWICK (2001), et a été analysé au LASPA de l'ISABU.

Les analyses ont concerné les paramètres physicochimiques suivants :

- Le p^H (H_2O) et la Conductivité électrique (CE) qui sont déterminés en utilisant respectivement un pH-mètre et un conductimètre en suivant la méthode de KIBIRITI & al *(*1986).
- Le carbone organique total est déterminé par la méthode interne par titrage en retour de l'excès de bicarbonate de K (oxydant) par une solution de sulfate ferreux 0,5N en présence d'indicateur féroïenne.
- L'azote (%N) total est déterminé en utilisant la méthode Kjeldahl.
- Le P assimilable est déterminé suivant la Méthode Olsen-Dabin modifiée.
- La Capacité d'échange cationique (CEC) est déterminée suivant la méthode interne par la technique de percolation sur Colonnes de percolation en verre, et les cations bases échangeables (K, Ca, Mg) et oligo-éléments échangeables (Zn et Fe) sont ensuite dosés par spectrophotométrie d'absorption atomique (SAA) à flamme air-acétylène de marque Perkin Elmer et de type Analyst 400.
- La granulométrie est déterminée en utilisant la méthode de la pipette de Robinson.

II.4. Méthodes

II.4.1. Echantillonnage

L'échantillonnage des feuilles et des fruits, qui est survenu à environ 2 mois à compter de la date de semis, a été effectué durant la période du 11 mars au 02 avril 2020. La récolte des jeunes fruits se faisait une fois par semaine alors que pour les feuilles, ont été récoltées les jeunes feuilles terminales. Les échantillons ont été ensuite mis dans des sacs en papier cellulose numérotés suivant le cultivar et l'organe échantillonné, et ont été transportés directement pour être séchés à l'étuve de marque ULM 400, incubée à 105°C.

II.4.2. Minéralisation et préparation d'échantillons

Les quantités de 1,5 g à 2 g d'échantillons finement broyées à l'aide d'un mortier et pilot en porcelaine, ont été pesées dans de creusets en porcelaine puis mis au four (modèle RHF 1400) à 450 °C pendant 5 h. Après refroidissement, 5ml d'acide nitrique 1 M a été ajouté à la cendre obtenue puis porté à évaporation totale sur un bain de sable. Au résidu, ont été ajoutés 5 ml d'acide chlorhydrique 0,1 M. Il a été ensuite remis au four à 400 °C pendant 30 min. Le résidu final a été récupéré avec 10 ml d'acide chlorhydrique 0.05M puis filtré sur papier filtre (Type Whatman 41) dans une fiole de 50 ml. Le creuset a été rincé deux fois avec 10 ml de l'acide chlorhydrique 0.05M. La fiole a été complétée à 50ml avec le même solvant. Dans les mêmes conditions, un essai à blanc est réalisé (Kouassi & al. J. Appl. Biosci, 2013; PINTA, 1973).

II.4.3. Préparation de solutions étalon

II.4.3.1. Etalon du Ca

Des volumes de 0, 2, 5, 10, 15 et 20 ml d'une solution étalon de Ca 50 mg/l sont introduits successivement dans six fioles jaugées différentes de 50ml chacune. Ensuite, un volume de 5 ml de solution d'oxyde de lanthane à 10 % a été ajouté dans chacune des fioles. Enfin, ces volumes ont été ramenés au trait de jauge avec une solution d'acide chlorhydrique 0,05 M.

II.4.3.2. Etalon du Mg

Des volumes de 0; 0,2; 0,5 ; 1 et 2 ml de solution étalon de Mg 50 mg/l sont introduits successivement dans cinq fioles jaugées différentes de 50 ml chacune.

Ensuite, un volume de 5 ml de solution d'oxyde de lanthane à 10 % a été ajouté dans chacune des fioles. Enfin, ces volumes ont été ramenés au trait de jauge avec une solution d'acide chlorhydrique 0,05 M.

II.4.3.3. Etalon du Fe

Des volumes de 0, 2, 5, 10, 15, et 20 ml de solution étalon de Fe 50 mg/l sont introduits successivement dans six fioles jaugées différentes de 50ml chacune. Enfin, ces volumes ont été ramenés au volume avec une solution d'acide chlorhydrique 0,05 M.

II.4.3.4. Etalon du Zn

Des volumes de 0; 0,2; 0,5; 1 et 5 ml de solution étalon de Zn 50 mg/l sont introduits successivement dans cinq fioles jaugées différentes de 50 ml chacune. Enfin, ces volumes ont été ramenés au trait jauge avec une solution d'acide chlorhydrique 0,05 M.

II.4.4. Dosage

Les analyses ont été faites par spectrophotométrie d'absorption atomique (SAA). Le spectrophotomètre utilisé est un spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme air-acétylène de marque Perkin Elmer et de type Analyst 400 utilisant l'interface WinLab32 installée sur l'ordinateur couplée à l'appareil.

Des longueurs d'ondes des éléments à analyser ont été définies sur l'interface (à 422,67 nm, 285nm, 248,33 nm et 213,86 nm respectivement pour le Ca, le Mg, le Fe et le Zn). Ensuite, les différentes lectures des gammes d'étalonnage permettant d'établir la courbe d'étalonnage traduisant l'absorbance en fonction de la concentration, ont été effectuées. Enfin, les lectures de différentes solutions-échantillons ont été menées. Le passage de lecture de deux solutions différentes était à chaque fois débutée par la lecture d'un essai à blanc.

II.5. Traitement statistique

II.5.1. Rôle des statistiques

Tout travail de recherche avance à travers des cycles répétés de formulation et de vérification d'hypothèses de recherche concernant un phénomène étudié. Les hypothèses sont des réponses provisoires ou anticipées à la question de recherche. Afin de décider objectivement si une hypothèse est confirmée ou infirmée par un ensemble de données, il faut adopter une procédure rationnelle pour l'acceptation ou le rejet de ladite hypothèse. L'objectivité est donc fondamentale, car l'une des règles de la méthode scientifique est d'arriver à des conclusions scientifiques par des méthodes publiques pouvant être répétées par d'autres chercheurs compétents. Cette procédure objective est fondée sur des informations obtenues lors du travail de recherche et sur le risque d'erreur à prendre, à propos de la justesse de l'hypothèse. Cette procédure objective est le traitement statistique.

Les tests d'hypothèses se déroulent généralement en plusieurs étapes, à savoir : i) établissement de l'hypothèse nulle ; ii) choix d'un test statistique (avec le modèle statistique qui lui est associé) pour la vérification de l'hypothèse nulle ; iii) spécification du seuil de signification et de la taille de l'échantillon ; iv) détermination de la distribution d'échantillonnage du critère de test dans l'hypothèse nulle ; v) définition de la zone de rejet ; vi) calcul de la valeur du critère de test à l'aide des données obtenues à partir du ou des échantillons et prise de décision basée sur la valeur du critère de test et de la zone de rejet déterminée au préalable.

II.5.2. Démarche poursuivie de l'étude

Dans ce travail, le traitement statistique, acceptant une erreur maximale de 5 %, a été effectué à l'aide du logiciel Rx64 4.0.2 à interface Rcmdr, en utilisant les modèles statistiques Shapiro–Wilk Bartlett, Levene, ACP pour l'analyse qualitative, et ANOVA, Kruskal Wallis utilisant la méthode Turkey (comparaison multiple) pour l'analyse quantitative.

II.5.2.1.Modèles Shapiro–Wilk, Bartlett, Levene

Les trois modèles dits aussi tests de Shapiro–Wilk, Bartlett et Levene ont été utilisés pour la description qualitative ; le modèle Shapiro–Wilk a testé la normalité des données, celui de Bartlett l'homogénéité des données normales et celui de Levene l'homogénéité des données non normales.

Ces trois tests, effectués en acceptant l'erreur maximale (p-value) de 5%, ont permis de choisir le type de modèle adapté à la nature de données pour l'analyse quantitative, et plus particulièrement le modèle ANOVA pour les données normales et le modèle Kruskal Wallis pour les données non normales et/ou homogènes (Tableau 3 .2)

II.5.2.2. L'analyse en composante principale (ACP)

L'ACP, ou principal component analysis (PCA) en anglais, permet de visualiser des données contenant des individus décrits par plusieurs variables quantitatives. De telles données sont dites multi variées, et chaque variable constitue une dimension.

L'ACP identifie les directions (axes principaux ou composantes principales) le long desquelles la variation des données est maximale.

En d'autres termes, l'ACP réduit les dimensions d'une donnée multivariée à deux ou trois composantes principales, qui peuvent être visualisées graphiquement, en perdant le moins possible d'information (KASSAMBARA, 2017).

II.5.2.3. ANOVA et Kruskal Wallis

ANOVA, abrégé du terme anglais analysis of variance, est un modèle statistique qui permet la comparaison de plusieurs moyennes d'échantillons indépendants qui suivent la distribution simultanément normale (selon Shapiro–Wilk) et homogène (selon Bartlett), si non le modèle Kruskal Wallis est utilisé dans la comparaison.

Cela exprime que le modèle ANOVA est puissant (donne de bons résultats de comparaison) si les données sont simultanément normales et homogènes, au contraire Kruskal Wallis en est puissant (Tableau 3.2).

CHAPITRE III: PRÉSENTATION ET DISCUSSION DES RÉSULTATS

III.1. PRESENTATION DES RESULTATS

L'analyse de la normalité et d'homogénéité des données sur les différentes teneurs en Ca, Mg, Fe et Zn pour les feuilles et les fruits des cinq cultivars de Gombo, a été faite, et les résultats sont présentés dans le tableau 3.2

Tableau.3.2. Résultats de test de Normalité et homogénéité exprimés en P-value

	Fruits			Feuilles		
Teneurs	Normalité	Homogénéité	Modèle	Normalité	Homogénéité	Modèle
Ca	0,0034	$0,366*10^{-5}$	Kruskal Wallis	0,4619	0,2101	ANOVA
Mg	0,5568	0,9202	ANOVA	0,1348	0,4857	ANOVA
Fe	N.A	N.A	N.A	0,04454	0,2657	Kruskal Wallis
Zn	0,8757	0,2587	ANOVA	0,4231	0,6886	ANOVA

Les résultats du tableau ci-dessus permettent de montrer la nature (normale et/ou homogène) des données. Celles-ci suivent une distribution normales /homogènes si et seulement si le test appliqué montre une p-value supérieur à 5%. Ainsi, à titre d'exemple, les teneurs en Ca (fruits) ne sont ni une distribution normale ni homogène, les teneurs en Fe (feuilles) suivent une distribution homogène (p-value>5%) et non normale (p-value < 5%), etc. Aussi, chaque fois que les données suivent en même temps une distribution normales (données normales) et une distribution homogènes (données homogènes), le modèle ANOVA est choisi pour mener le test de comparaison, et modèle Kruskal Wallis est choisi dans le cas opposé.

La physicochimie du sol a été analysée, et les résultats sont présentés dans le Tableau 3.3

Tableau 3.3. Caractérisation physicochimique de trois sols

Paramètres analysés		sol sans fumier	sol avec fumier	sol après récolte
$p^H(H_2O)$		6,22±0,03	7,14±0,04	6,44±0,04
Conductivité électrique(CE) (µS/Cm)		37,1±0,79	454±11,36	30,5±0,70
Carbone organique (%C)		0,511±0,02	0,643±0,01	0,557±0,01
Azote (%N)		0,172±0,01	0,392±0,01	0,206±0,01
Phosphore assimilable (mg/kg)		5,84±0,18	34±2,62	5,46±0,53
Capacité d'échange cationique(CEC) (méq/100g)		5,25±0,14	5,65±0,26	5,65±0,17
Potassium échangeable (méq/100g)		0,34±0,04	3,39±0,06	0,33±0,04
Ca échangeable (méq/100g)		3,45±0,16	4,33±0,24	5,61±0,38
Mg échangeable (méq/100g)		0,31±0,04	0,47±0,04	0,68±0,04
Zn échangeable (mg/Kg)		1,69±0,21	2,36±0,47	1,99±0,11
Fe échangeable (mg/Kg)		43,4±3,59	42,3±4,23	124±4,24
%Sable	1000µ	1,67±0,00	1,49±0,00	1,42±0,00
	500µ	11,16±0,00	10,57±0,00	10,59±0,00
	250µ	16,37±0,00	4,23±0,00	1,69±0,00
	100µ	5,73±0,00	0,14±0,00	0,05±0,00
	50µ	0,15±0,00	0,03±0,00	0,01±0,00
%Limon	Limon Grossier (L,G)	39,32±0,00	71,86±0,00	71,38±0,00
	Limon fin (L.F)	2,09±0.00	2,61±0.00	3,62±0.00
% argile		23,51±0.00	9,07±0.00	11,25±0.00

Le dosage des éléments minéraux (Ca, Mg, Fe et Zn) dans les feuilles et fruits de Gombo, a été fait et les résultats sont présentés dans le Tableau 3.4

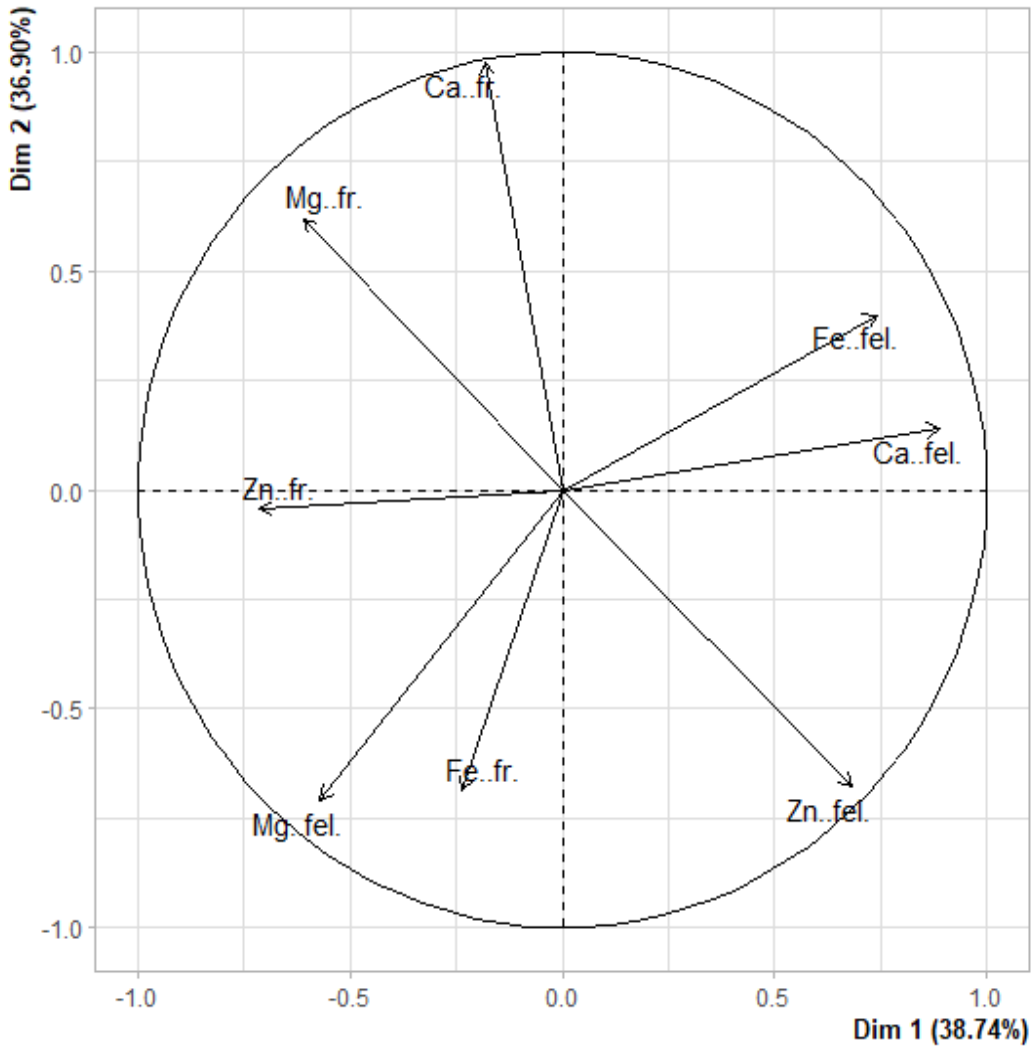
Tableau 3.4. Résultats de dosage spectrophotométrique, des éléments minéraux (Ca, Mg, Fe et Zn) des feuilles et fruits des cinq cultivars de Gombo

	Teneur (mg/100gMS) / Cultivar	Ca	Mg	Fe	Zn
Feuilles	G_1	5914,10±149,34	169,20±13,60	36,47±1,04	5,26±0,15
	G_2	4 882,73±51,35	197,10±12,77	34,57±3,16	6,72±0,28
	G_3	7342,40±90,86	196,90±20,10	41,47±4,19	8,10±0,34
	G_4	6099,20±514,77	218,73±17,35	25,20±4,20	8,42±0,48
	G_5	4242,65±164,54	269,20±3,92	7,60±1,13	6,43±0,25
	p -value	<5%	<5%	<5%	<5%
Fruits	G_1	2709,40±381,27	208,20±17,71	<3	3,85±0,21
	G_2	1411,70±174,09	129,65±13,79	3,20±0,06	4,16±0,10
	G_3	909,95±10,82	140,35±30,76	3,40±0,06	3,74±0,22
	G_4	1320,30±141,70	145,00±13,73	<3	3,12±0,48
	G_5	1180,40±31,89	190,13±18,25	3,20±0,06	4,18±0,58
	p -value	>5%	<5%	N.A	>5%
Besoins journaliers (mg/jour) (FAO, 2001)		300-1300	26-260	0,46-1,68[a] 2-10[b]	2,8-10

[a]Besoins absolus totaux = Besoin de croissance + pertes basales + pertes menstruelles (femme)
[b]Pendant la grossesse

Les teneurs en Ca, Mg, Fe et Zn des feuilles et des fruits des cultivars G1, G2, G3, G4 et G5, sont donnés dans le Tableau ci-dessus. Les résultats de comparaison des teneurs des cultivars en ces minéraux sont aussi donnés, et montrent une P-value <5% au niveau des feuilles. Au niveau des fruits, on a une p-value >5% pour les teneurs en Ca et en Zn, et une p-value <5% pour la teneur en Mg. Les recommandations nutritionnelles journalières ou besoins journaliers y sont également mentionné(e)s.

La comparaison de la variation des teneurs moyennes en éléments minéraux entre les feuilles et les fruits des cinq cultivars de Gombo, a été effectuée et se retrouve dans le graphique 3.1



M $_{fr}$ **et M** $_{fel}$ représentent respectivement la teneur des fruits et des feuilles en l'élément minéral donné **M**

Figure 3.5. ACP-Corrélation des teneurs en minéraux des feuilles et fruits des cinq cultivars de Gombo

Sur la figure ci-dessus, se trouvent projetées par rapport aux deux dimensions (Dim) 1et 2 appelées aussi axes, les différentes variations des teneurs en Ca, Mg, Zn et Fe des feuilles et fruits des cinq cultivars G_1,G_2 ,G_3 ,G_4 et G_5. Les projections sont plus ou moins diamétrales suivant au moins une Dim pour l'élément minéral M considéré. La figure montre qu'il y a une corrélation négative des variations des teneurs en Ca, Mg, Fe et Zn entre les feuilles et les fruits.

La comparaison de la variation des teneurs moyennes en éléments minéraux entre les cinq cultivars de Gombo est donnée dans le graphique 3.2

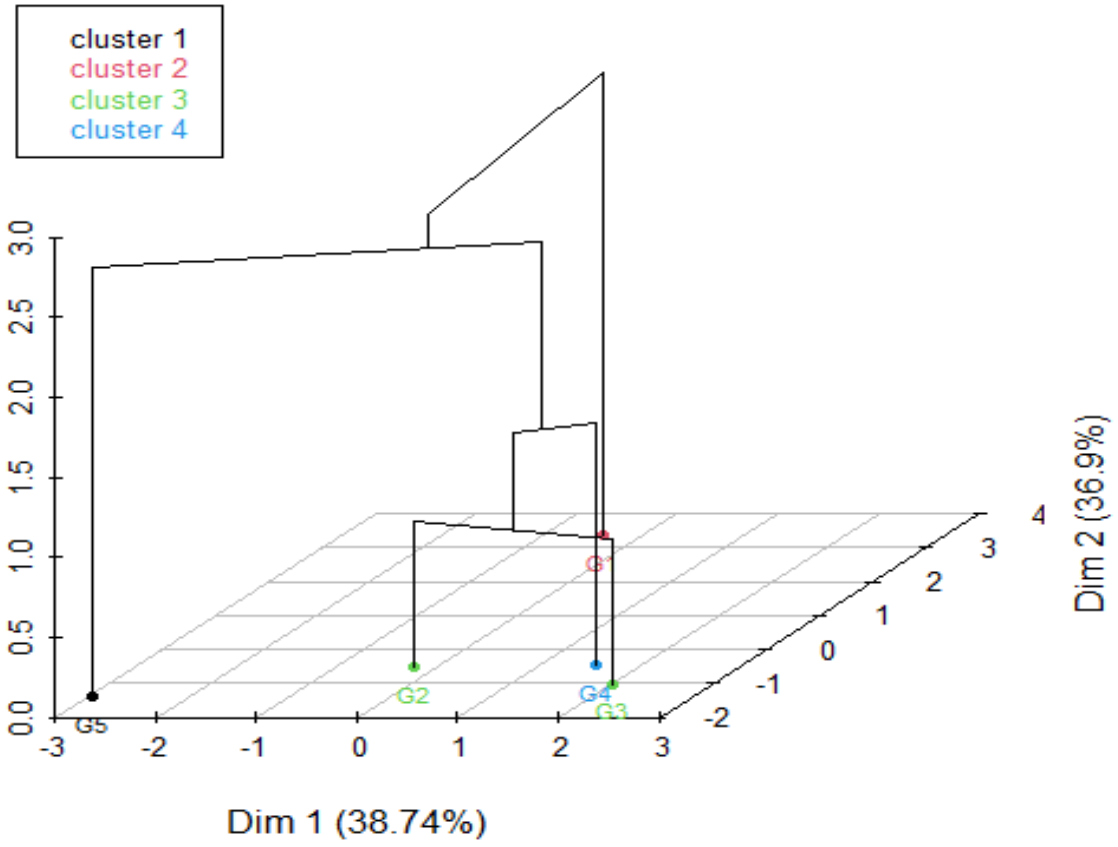


Figure 3.6.ACP-Classification hiérarchique des cinq cultivars de Gombo

La figure ci-dessus montre une classification des cultivars G1, G2, G3, G4 et G5 sur base des variations des teneurs en minéraux illustrées sur la fig.3.5. Suivant que les cultivars présentent les mêmes variations ou variations semblables, la fig. 3.6 montre quatre classes (cluster) hiérarchisées qui sont cluster 1, cluster 2, cluster 3 et cluster 4. Les cultivars ont une ressemblance moins prononcée en variation minérale, aussi longtemps qu'ils appartiennent à un cluster d'un n^{ème} rang élevé.

Les comparaisons multiples des teneurs en éléments minéraux des feuilles et fruits des cinq cultivars de Gombo, ont été effectuées, et les résultats sont respectivement présentés dans les tableaux : Tableau 3.5, Tableau 3.6, Tableau 3.7, Tableau 3.8 et Tableau 3.9

Tableau 3.5. Tukey-Comparaison multiple des teneurs en Ca des feuilles des cinq cultivars de Gombo

```
Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts


Fit: aov(formula = FelCa ~ Variete, data = ANOVATeneFelMin)

Linear Hypotheses:
             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
G2 - G1 == 0  -1031.4      213.4  -4.833  0.01611 *
G3 - G1 == 0   1492.5      233.8   6.385  0.00409 **
G4 - G1 == 0    185.1      233.8   0.792  0.92375
G5 - G1 == 0  -1671.5      233.8  -7.150  0.00224 **
G3 - G2 == 0   2523.9      213.4  11.827  < 0.001 ***
G4 - G2 == 0   1216.5      213.4   5.700  0.00719 **
G5 - G2 == 0   -640.1      213.4  -2.999  0.11686
G4 - G3 == 0  -1307.4      233.8  -5.593  0.00794 **
G5 - G3 == 0  -3164.0      233.8 -13.534  < 0.001 ***
G5 - G4 == 0  -1856.6      233.8  -7.942  0.00129 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Adjusted p values reported -- single-step method)
```

Les cultivars G_1, G_2, G_3, G_4, et G_5 sont comparés deux à deux (comparaison multiple) par rapport à une teneur en élément minéral donné. Pour le tableau 3.5 ci-dessus, on a une comparaison multiple faite par rapport à la teneur en Ca. Le degré de la significativité de la différence est indiquée par un signe étoile (*), et la différence devient de plus en plus significative si bien qu'il apparait plus d'une étoile (*).

N.B. Les Tableau 3.6, Tableau 3.7, Tableau 3.8 et Tableau 3.9 s'interprètent de la même façon que le tableau 3.5 ci-haut.

Tableau 3.6. Tukey-Comparaison multiple des teneurs en Mg des feuilles des cinq cultivars de Gombo

```
Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts


Fit: aov(formula = FelMg ~ Variete, data = ANOVATeneFelMin)

Linear Hypotheses:
             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
G2 - G1 == 0    27.90      11.94   2.338   0.2102
G3 - G1 == 0    27.70      11.94   2.321   0.2151
G4 - G1 == 0    49.53      11.94   4.150   0.0133 *
G5 - G1 == 0   100.00      11.94   8.378   <0.001 ***
G3 - G2 == 0    -0.20      11.94  -0.017   1.0000
G4 - G2 == 0    21.63      11.94   1.813   0.4177
G5 - G2 == 0    72.10      11.94   6.041   <0.001 ***
G4 - G3 == 0    21.83      11.94   1.829   0.4095
G5 - G3 == 0    72.30      11.94   6.058   <0.001 ***
G5 - G4 == 0    50.47      11.94   4.228   0.0118 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Adjusted p values reported -- single-step method)
```

Tableau 3.7. Tukey-Comparaison multiple des teneurs en Fe des feuilles des cinq cultivars de Gombo

```
Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts


Fit: aov(formula = FelFe ~ Variete, data = ANOVATeneFelMin)

Linear Hypotheses:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
G2 - G1 == 0   -1.900      2.635  -0.721  0.94605
G3 - G1 == 0    5.000      2.635   1.897  0.38179
G4 - G1 == 0  -11.267      2.635  -4.275  0.01347 *
G5 - G1 == 0  -28.867      2.946  -9.797  < 0.001 ***
G3 - G2 == 0    6.900      2.635   2.618  0.14682
G4 - G2 == 0   -9.367      2.635  -3.554  0.03764 *
G5 - G2 == 0  -26.967      2.946  -9.152  < 0.001 ***
G4 - G3 == 0  -16.267      2.635  -6.172  0.00116 **
G5 - G3 == 0  -33.867      2.946 -11.494  < 0.001 ***
G5 - G4 == 0  -17.600      2.946  -5.973  0.00153 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Adjusted p values reported -- single-step method)
```

Tableau 3.8. Tukey-Comparaison multiple des teneurs en Zn des feuilles des cinq cultivars de Gombo

```
Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts


Fit: aov(formula = FelZn ~ Variete, data = ANOVATeneFelMin)

Linear Hypotheses:
             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
G2 - G1 == 0   1.4567     0.2591   5.621 0.001575 **
G3 - G1 == 0   2.8367     0.2591  10.947 < 0.0001 ***
G4 - G1 == 0   3.1567     0.2591  12.182 < 0.0001 ***
G5 - G1 == 0   1.1667     0.2591   4.502 0.007888 **
G3 - G2 == 0   1.3800     0.2591   5.325 0.002373 **
G4 - G2 == 0   1.7000     0.2591   6.560 0.000522 ***
G5 - G2 == 0  -0.2900     0.2591  -1.119 0.793519
G4 - G3 == 0   0.3200     0.2591   1.235 0.733024
G5 - G3 == 0  -1.6700     0.2591  -6.445 0.000562 ***
G5 - G4 == 0  -1.9900     0.2591  -7.679 0.000116 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Adjusted p values reported -- single-step method)
```

Tableau 3.9. Tukey-Comparaison multiple des teneurs en Mg des fruits des cinq cultivars de Gombo

```
Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts


Fit: aov(formula = FrMg ~ Variete, data = TeneFrMin)

Linear Hypotheses:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
G2 - G1 == 0   -78.55      17.10  -4.594   0.0112 *
G3 - G1 == 0   -67.85      17.10  -3.968   0.0249 *
G4 - G1 == 0   -63.20      15.29  -4.133   0.0201 *
G5 - G1 == 0   -18.07      15.29  -1.181   0.7607
G3 - G2 == 0    10.70      18.73   0.571   0.9756
G4 - G2 == 0    15.35      17.10   0.898   0.8895
G5 - G2 == 0    60.48      17.10   3.537   0.0443 *
G4 - G3 == 0     4.65      17.10   0.272   0.9985
G5 - G3 == 0    49.78      17.10   2.912   0.1045
G5 - G4 == 0    45.13      15.29   2.951   0.0991 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Adjusted p values reported -- single-step method)
```

III.2. DISCUSSION DES RESULTATS

Les teneurs moyennes en Ca, Mg, Fe et Zn des cinq cultivars G_1, G_2, G_3, G_4 et G_5 d'*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench (Gombo), sont donnés dans le Tableau 3.4. La figure 3.5 donne les résultats d'analyse en composante principale (ACP) qui a été appliquée à l'ensemble des données, lesquels montrent qu'à 75.64%, la variation des teneurs en Ca, en Mg, en Fe et en Zn des feuilles diffère de celle de fruits, et permettent de regrouper les cinq cultivars suivant leur ressemblance de variation en éléments minéraux. Ainsi, les cultivars G_2 et G_3 possèdent la même variation des teneurs en Ca, Mg, Fe et Zn différente de celle des cultivars G_4, G_1 et G_5 lesquels possèdent chacun sa propre variation en ces éléments minéraux (Figure 3.6).

Le traitement des données sur les teneurs moyennes en Ca, Mg, Fe et Zn des feuilles des cinq cultivars de Gombo, montre :

- Pour les teneurs moyennes en Ca, qu'il y a une différence significative d'un cultivar à l'autre (P-value < 5%), que les feuilles de G_3 présentent de grande teneur en Ca (7342,40±90,860 en mg/100g MS) pendant que G_5 et G_2 montrent de faibles teneurs respectivement égales (P-value >5%) (à 4242,65±164,54et 4882,73±51,35mg/100g MS) (Tableau 3.5).
- Pour les teneurs moyennes en Mg, qu'il y a une différence significative d'un cultivar à un autre (P-value < 5%). Les feuilles de G_5 ont la plus grande teneur en Mg (269,20±3,92 mg/100g MS) pendant que G_1, G_2, G_3 et G_4 montrent de plus petites teneurs, respectivement égales (P-value >5%) à 169,20±13,60 ; 197,10±12,77 ; 196,90±20,10 et 218,73±17,35 mg/100 g MS (Tableau 3.6).
- Pour les teneurs moyennes en Fe, qu'il y a une différence significative d'un cultivar à l'autre (P-value < 5%). En effet, les feuilles de G_1 ; G_2 et G_3 ont de grandes teneurs égales (P-value >5%) en Fe (36,47±1,04 ; 34,57±3,16 et 41,47±4,19 mg/100g MS respectivement) pendant que les feuilles de G_5 ont la plus faible teneur en Fe (7,60±1,13 mg/100g MS) (Tableau 3.7)
- Pour les teneurs moyennes en Zn, qu'il y a une différence significative d'un cultivar à l'autre (P-value < 5%), que les feuilles de G_3 et G_4 ont les plus grandes teneurs égales (P-value >5%) en Zn (8,10±0,34 et 8,42±0,48mg/100g MS) pendant que les feuilles de G_1 ont la plus faible teneur en cet élément (5,26±0,15mg/100g MS) (Tableau 3.8)

L'analyse des données sur les teneurs moyennes en Ca, Mg, Fe et Zn des fruits des cinq cultivars de Gombo, montre que :

- Les teneurs en Ca, en Zn obtenus pour les fruits des cultivars G_1, G_2, G_3, G_4 et G_5 ne présentent pas statistiquement de différence significative (P-value >5%) pendant que leurs teneurs moyennes en Fe montrent de très petites valeurs (≤ 3mg/100g MS).

- Pour les teneurs moyennes en Mg, il y a une différence significative d'un cultivar à l'autre (P-value < 5%). Ainsi, les fruits de G_1 et G_5 ont des grandes teneurs respectivement égales (P-value >5%) en Mg (208,20±17,71; 190,13±18,25 mg/100g MS) pendant que les fruits des cultivars G_2, G_3 et G_4 montrent de faibles teneurs respectivement égales à (129,65±13,79 ; 140,35±30,76 et 145,00±13,73mg/100g MS) et comme par analyse statistique P-value >5%, alors les teneurs obtenus pour les trois cultivars G_1, G_3 et G_4 sont dites égales. (Tableau 3.9)

La comparaison des teneurs maximales entre elles et les teneurs minimales entre elles, pour les fruits et pour les feuilles des cinq cultivars, montre que les très grandes teneurs en ces quatre éléments minéraux étudiés se retrouvent chez les feuilles (7342,40±90,86mg Ca pour G_3, 269,20±3,92mg Mg pour G5, 41,47±4,19 mg Fe correspondant statistiquement aux cultivars G_1, G_2 et G_3 ; 8,42±0,48 mg Zn correspondant statistiquement aux cultivars G_3 et G_4. Les teneurs les plus faibles se retrouvent chez les fruits, et elles correspondent statistiquement à 4,16±0,10mg Zn pour tous les cultivars, 145,00±13,73mg Mg pour les cultivars G_2, G_3, G_4 ; 2709,40±381,27mg Ca pour les cinq cultivars. La teneur en Fe est inférieure ou égale à 3mg pour les fruits des cinq cultivars.

La présence de teneurs très élevées en Ca qui s'accompagne chaque fois de teneurs très faibles en Mg que ce soit dans les feuilles et dans les fruits. Cela serait dû à l'effet d'interactions antagonistes entre nutriments. En effet, BRUNSWICK (2001) indique qu'un niveau très élevé d'un des cations (Ca, Mg ou K) peut réduire la disponibilité de l'un des autres pour les plantes ; le K peut nuire à l'assimilation du Mg dans les sols très riches en K et très faible en Mg. ; Les résultats du Tableau 3.3 de Caractérisation physicochimique du sol de plantation ont montré la présence de 3,39 méq/100g en K échangeable et 0,47 méq/100g en Mg échangeable. De plus, la teneur en Ca échangeable (4,33 méq/100g) du sol du champ expérimental est élevée pendant que celle de Mg est faible .Ce qui se conforme aux critères d'interprétation des analyses pédologique rapportées par TESSENS & GOURDIN (1993).

Les teneurs très élevées en éléments minéraux dans les feuilles seraient dues au fumier organique, utilisé qui est la source de grandes quantités de phosphore, d'azote, de potassium, d'oligoéléments et de matière organique , qui sont des nutriments pour la croissance végétative des légumes (BRUNSWICK, 2001) ;

Les résultats de ce travail sont comparés aux résultats des autres recherches qui ont été faites dans d'autres pays sur les fruits de Gombo (*Abelmoschus esculentus*).

Ainsi, le travail qui a été mené en Côte d'Ivoire, a montré une teneur élevée en Mg et faibles teneurs pour les autres éléments. Les résultats ont été respectivement pour deux variétés Dioula et Baoulé : 502,77 ± 55,61mg/100g MS et 507,97 ± 72.45 mg/100 MS en Mg, 564,85 ± 274,60 mg/100 g MS et 515,22 ± 209,73 mg/100 g MS en Ca, 14,98 ± 12,97 mg/100g MS et 17,40 ± 13,89 mg/100 g MS en Fe , 3,65 ± 0,77 mg/100 g MS et 3,64 ± 0,89 mg/100 g MS en Zn (Kouassi & al., 2013; Kouassi & al. J. Appl. Biosci, 2013).

Le Gombo, *Abelmoschus esculentus*, cultivé au Congo a montré aussi une teneur très élevée en Mg qui est égale à 3259.64 ±7.4mg/100g MS (Kouassi & al., 2013).

En comparant les teneurs en éléments minéraux des cultivars de Gombo cultivés en Ethiopie et au Burundi, les cultivars burundais montrent des teneurs élevées en minéraux.

Les teneurs maximales des fruits de cultivars d'Ethiopie ont été 311,95 ± 0,57mg Ca/100g MS, 36,68 ± 0,84mg Fe/100g MS, 6,31 ± 0,19mg Zn/100 g MS (Habtamu & al., 2016).

Comparé aux cultivars du Brésil en Amérique latine, les teneurs maximales des cultivars de Gombo du Burundi sont supérieures .En effet, les teneurs en minéraux analysés dans les fruits des cultivars de Gombo du Brésil ont été : 528 ± 23mg/ 100 MS en Ca, 64,2 ± 1,6mg/100g MS en Mg, 0,429 ± 0,032mg /100 g MS en Zn (Ivanice & al., 2013).

La comparaison des résultats de ce travail avec les résultats des autres recherches qui ont été faites dans d'autres pays sur le Gombo (*Abelmoschus esculentus*), montre que le Gombo de Bujumbura (Burundi) présente des niveaux généralement élevés pour les quatre éléments minéraux étudiés. Les teneurs en Mg des fruits des cinq cultivars de gombo du Burundi sont relativement moins élevées.

Comparées aux grandes sources alimentaires animales et/ou végétales d'éléments minéraux (ANSES, 2017; FAO, 2001) aux besoins journaliers de FAO (2001) en Ca, Mg, Fe et Zn, les teneurs des cinq cultivars du Burundi constituent de grandes sources potentielles en Ca, Mg, Fe et Zn.

Pour la richesse en Ca, le lait de vache en contient 96mg/100ml (HALLBERG & al., 1992) et le lait de mouton en contient 181,70 ± 17,20mg/100ml (Pietrzak-Fie´cko & Kamelska-Sadowska, 2020).

Pour l'enrichissement en Zn, la viande (bœuf) contient 2,1mg/70g (2,95mg/100g) (Krebs & al., 2012). Concernant le Fe, on a le soja contenant « 9.2mg 1 cup » (soit 2,7mg/100g) ,la viande(bœuf) contenant « 3.6mg /3 ounces » (soit 4,2mg/100g) (Callister & al., 2020).

Les cinq cultivars de Gombo du Burundi montrent des niveaux très élevés dans les feuilles allant jusqu'à plus de 100% des besoins journaliers recommandés. Les fruits regorgent d'éléments minéraux dont les teneurs sont dans les normes journalièrement recommandées sauf pour le Ca. L'apport minéral des cinq cultivars de Gombo du Burundi est similaire à celui des légumes amarante (*Amaranthus spinosus* L.) cultivés au Togo (Effoe & al., 2020) puisque ces derniers ont des teneurs en ces quatre éléments minéraux excédant les recommandations nutritionnelles journalières. Les teneurs trouvées pour 100 g de matière sèche sont 3993,31±39,57mg, 1261,80±34,13mg ; 23,59±0,93mg, et 7,07±0,10mg respectivement pour le Ca, le Mg, le Fe et le Zn.

CONCLUSION GENERALE ET SUGGESSIONS

Les résultats de ce travail ont permis d'avoir des données sur la teneur en Ca, Mg, Fe et Zn pour les feuilles et les fruits des cinq cultivars de Gombo, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, cultivées dans la région de l'Imbo au Burundi. Par ailleurs, la variation des teneurs en minéraux (Ca, Mg, Fe et Zn) diffère significativement entre les feuilles et les fruits pour tous les cinq cultivars pendant qu'elle est la même entre les cultivars G_2 et G_3 (ACP).

Les feuilles ont des teneurs plus élevées en les quatre éléments minéraux étudiés pour tous les cinq cultivars. Les teneurs maximales sont : 7342,40±90,86mg/100g MS en Ca pour G_3, 269,20±3,92mg/100g MS en Mg pour G_5, 41,47±4,19mg /100g MS en Fe correspondant statistiquement aux cultivars G_1, G_2 et G_3 (p-value>5%), et 8,42±0,48/100g MS en Zn correspondant statistiquement pour les cultivars G_3 et G_4 (p-value>5%).

Les fruits donnent des teneurs plus faibles pour 100g MS pour tous les cinq cultivars et les teneurs minimales sont : 4,16±0,10mg/100g MS en Zn correspondant statistiquement à tous les cinq cultivars (p-value>5%), 145,00±13,73mg/100g MS en Mg correspondant statistiquement aux fruits des cultivars G_2, G_3, G_4 (p-value>5%), 2709,40±381,27mg en Ca correspondant statistiquement aux cinq cultivars (p-value>5%) et une teneur inférieure ou égale à 3mg en Fe pour les fruits des cinq cultivars.

Les teneurs en Ca, Mg, Fe et Zn des fruits des cinq cultivars de Gombo du Burundi sont généralement très élevées comparées avec les résultats des recherches qui ont été effectuées dans d'autres pays sur le Gombo. Les feuilles et les fruits des cinq cultivars de Gombo du Burundi avec parfois de teneurs minérales excédant les recommandations nutritionnelles journalières de FAO (2001), constituent de grandes sources alimentaires riches en les quatre éléments minéraux (Ca, Mg, Fe et Zn) essentiels à l'organisme. Le manque de données sur les feuilles dans la littérature montre que cette partie de la plante n'a pas été étudiée ; probablement parce que dans le cycle végétatif d'une plante, la récolte des feuilles entraîne une diminution de production pour les fruits.

En fin par rapport aux résultats de ce travail, je suggère ce qui suit :

a) Etant donné qu'il existe plus de cinq cultivars au Burundi, aux chercheurs, mener des recherches sur la valeur nutritionnelle, sur les vertus thérapeutiques, et sur l'agro-écologie pour tous les cultivars de Gombo existant au Burundi ;

b) A l'ISABU de s'appuyer sur des résultats de recherches déjà disponibles au Burundi sur le Gombo, afin de faire des sélections variétales à vulgariser dans la population pour des fins nutritionnnelles ;

c) A l'Etat à travers la Direction de la recherche et des Innovations de l'Université du Burundi, de financer les projets de recherche des mémoires de fin du cycle de master, étant donné que ces derniers sont le fondement du développement durable du pays.

REFERENCES

Adelakun, O. E., Oyelade, O. J., Ade-Omowaye, B. I., Adeyemi, I. A., & Van de Venter, M. (2009). Chemical composition and the antioxidative properties of Nigerian Okra Seed (Abelmoschus esculentus Moench) Flour. Food and Chemical Toxicology, 47(6), 1123–1126. https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.01.036

Androniki, P., & Nikolaos, P., N. (2020). Comparative study of wild and cultivated populations of Cichorium spinosum: The influence of soil and organic matter addition. Scientia Horticulturae, 261(2020), 108942. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108942

ANSES. (2017). Présentation et rôle des matières minérales dans l'organisme.

Anuraj, H., S. (2020). Hunter's Tropical Medicine and Emerging Infectious Diseases. Carences minérales. ScienceDirect, 10th(2020), 1048–1054. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-55512-8.00145-9

BRUNSWICK. (2001). Guide de fertilisation des cultures. CANADA.Direction de l'aménagement des terres.

BURUNDI-CSLP II. (2012). Cadre Stratégique de Croissance et de Lutte contre la Pauvreté CSLP II. République du Burundi.

BURUNDI-PND. (2018). Plan National de Developpement du Burundi. République du Burundi.

Callister, A., Gautney, J., Aguilar, C., Chan, J., & Aguilar, D. (2020). Effects of Indigenous Diet Iron Content and Location on Hemoglobin Levels of Ghanaians. MDPI - Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2020(12), 2710. https://doi.org/10.3390/nu12092710

Chevalier, A. (1940). L'origine, la culture et les usages de cinq Hibiscus de la section Abelmoschus. Journal d'agriculture Traditionnelle et de Botanique Appliquée, 20(226), 402–419.

Effoe, S., Gbekley, E. H., Mélila, M., Agban, Amégninou Tchacondo, T., Osseyi, E., & Karou, Damintoti Simplice Kokou, K. (2020). Assessment of the nutritional potential of Amaranthus spinosus L . (Amaranthaceae) and Tridax procumbens L . (Asteraceae), two leafy vegetables from the Maritime region of Togo. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 9(3), 2007–2014.

EKRA, K. A. (2010). Etude comparée de l'efficacité des extraits aqueux de graines de neem (Azadirachta indica Juss) et de feuilles d'eucalyptus (Eucalyptus camaldulensis) dans la lutte contre les insectes du gombo (Abelmoschus esculentus L).Mémoire du cycle de master. Institut national polytechnique Félix Houphouët- Boigny,COTE-D'IVOIRE.

FAO. (2001). Human Vitamin and Mineral Requirements. Food and Nutrition Division.FAO.Rome.

Habtamu, F. G., Haki, G. D., Beyene, F., Ashagrie, Z. W., & Sudip, K. R. (2016). Proximate, mineral, and antinutrient compositions of indigenous Okra (Abelmoschus esculentus) pod accessions: implications for mineral bioavailability. Food Science & Nutrition, 4(2), 223–233. https://doi.org/10.1002/fsn3.282

HALLBERG, L., ROSSANDER-HULTEN, L., BRUNE, M., & GLEERUP, A. (1992). Bioavailability in man of iron in human milk and cow's milk in relation to their calcium contents. Pediatric Research, 31(5), 524–527.

Han, W. X., Fang, J. Y., Reich, P. B., Woodward, F. I., & Wang, Z. H. (2011). Biogeography and variability of eleven mineral elements in plant leaves across gradients of climate, soil and plant functional type in China. Ecology Letters, 14, 788–796.

HOPKINS, W. G. (2003). Physiologie végétales.Révision scientifique de CHARLE MARIE EVRARD (pp. 451–464). Université des sciences et technologie de Lille.

Ivanice, F. dos S., Ana, M. P. dos S., Uenderson, A. B., Lima, J. S., Débora, C. dos S., & Geraldo, D. M. (2013). Multivariate analysis of the mineral content of raw and cooked okra (Abelmoschus esculentus L.). Microchemical Journal, 110(2013), 439–443.

KASSAMBARA, A. (2017). Practical guide to Principal component methods in R (1st ed.). STHDA. http://www.sthda.com

Kouassi, J. B., Cisse-Camara, M., Sess, D. E., Tiahou, G. G., Monde, A. A., & Djohan, F. Y. (2013). Détermination des teneurs en fer, en calcium, en cuivre et en zinc de deux variétés de gombo. Bulletin de La Société Royale Des Sciences de Liège, 82(2013), 22–32.

Kouassi, J. B., Massara, C.-C., Sess, D. E., Tiahou, G. G., & Djohan, F. Y. (2013). Détermination des teneurs en fer, en calcium, en cuivre et en zinc de deux variétés de gombo. Journal of Applied Biosciences, 67, 5219 – 5227.

Krebs, N. F., Westcott, J. E., Culbertson, D. L., Sian, L., Miller, L. V, & Hambidge, K. M. (2012). Comparison of complementary feeding strategies to meet zinc requirements of older breastfed infants. The American Journal of Clinical Nutrition, 96, 30–35. https://doi.org/10.3945/ajcn.112.036046

Murad, S., Najeeb, S., Khan, N., Shaikh, D. M., Mahar, A. H., Saif, S., & Ghaffar, M. A. (2020). Chemical Interactions benefit diseased state of vascular smooth muscles. International Journal of Medical Science in Clinical Research and Review, 3(183–187).

Nana, R., Zombre, G., Tamini, Z., & Sawadogo, M. (2009). Effet du régime hydrique sur les rendements du gombo en culture de contre-saison. Sciences & Nature, 6(2), 107–116.

Nkengurutse, J., Nzoyisubiziki, J., Bigendako, M. J., Nkurunziza, M., Mbonihankuye, C., & Ntakarutimana, V. (2018). Caractérisation Préliminaire de la morphologie et du rendement des cultivars du Gombo , Abelmoschus esculentus (L .) Moench (Malvaceae), cultivés au Burundi : perspectives d'avenir. Annales Des Sciences et Des Sciences Appliquées, 4(4/4), 184–202.

Ohno, T., & Amirbahman, A. (2010). Phosphorus availability in boreal forest soils: A geochemical and nutrient uptake modeling approach. The Global Journal of Soil Science, 155(2010), 46–54.

OUIS, M. (2016). Recherche des marqueurs biochimiques de la tolérance à la salinité chez le Gombo (Abelmoschus esculentus L.). In Thèse de Doctorat. Université Ahmed ben bella Oran.

Pietrzak-Fie´cko, R., & Kamelska-Sadowska, A. M. (2020). The comparison of nutritional value of human milk with other mammals' milk. MDPI-Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 12(1404). https://doi.org/10.3390/nu12051404

PINTA, M. (1973). Méthodes de référence pour la détermination des éléments minéraux dans les végétaux. Détermination des éléments Ca, Mg, Fe, Mn, Zn et Cu par absorption atomique. Oléagineux, 28(2), 87–92.

PIZONGO, I. N. W. (2014). Réponse de variétés de gombo (Abelmoschus esculentus L) aux engrais chimiques et à la fumure organique. Mémoire du cycle de Master. Université polytechnique de Bobo-Dioulasso. BURKINA FASO.

Sabitha, V., Ramachandran, S., Naveen, K. R., & Panneerselvam, K. (2011). Antidiabetic and antihyperlipidemic potential of Abelmoschus esculentus (L.) Moench. in streptozotocin-induced diabetic rats. Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences, 3(3), 397–402. https://doi.org/10.4103/0975-7406.84447

Sawadogo, M., Zombre, G., & Balma, D. (2006). Expression de différents écotypes de gombo (Abelmoschus esculentus L.) au déficit hydrique intervenant pendant la boutonnisation et la floraison. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement, 10(1), 43–54.

TESSENS, E., & GOURDIN, J. (1993). Critères d'interprétation des analyses pédologiques. Instirtut des Sciences Agronomiques du Burundi.

THEODORE & TULCHINSKY. (2010). Micronutrient Deficiency Conditions: Global Health Issues. Public Health Reviews, 32(243–255).

UNN-BURUNDI. (2019). Agenda conjoint des Nations Unies pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle au Burundi (2019-2023). Réseau des Nations Unies.

ANNEXE

OBJECTIFS DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET VISIONS DE BURUNDI-PND (2018)

Les Objectifs du développement durables (ODD) numéro 1, 2, 3 et 8 les visions numéro 13,14 et 16 de BURUNDI-PND(2018) sont donnés sous forme d'énoncés suivants :

a) Objectifs du développement durables (ODD)

Enoncé ODD1

Pas de pauvreté. L'objectif de développement durable n°1 vise à mettre fin à la pauvreté sous toutes ses formes et partout dans le monde d'ici à 2030. Il insiste sur la multi-dimensionnalité de la pauvreté, qui ne se limite pas à l'insuffisance de revenus. L'ONU préconise d'adopter une vision plurielle, en se concentrant sur la satisfaction des besoins les plus élémentaires, tels que la faim, la santé, l'éducation, et l'accès à l'eau et l'assainissement.

Enoncé ODD2

Faim « zéro ».L'objectif est d'éliminer la faim, d'assurer la sécurité alimentaire, d'améliorer la nutrition et de promouvoir l'agriculture durable. Cet objectif tend à repenser la manière dont nous cultivons, partageons et consommons les aliments, afin de soutenir un développement centré sur les régions rurales et la protection de l'environnement.

Le défi de nourrir les 925 millions de personnes souffrant de la faim et les 2 milliards de personnes supplémentaires dans le monde d'ici 2050 nécessitent en effet de repenser les systèmes actuels d'alimentation.

Enoncé ODD3

Bonne santé et bien- être. L'objectif de développement durable n°3 vise à donner les moyens de mener une vie saine et promeut le bien-être de tous à tous les âges.

L'Organisation mondiale de la santé définit la santé comme « un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité ».

Enoncé ODD8

Travail décent et croissance économique.

Promouvoir une croissance économique soutenue, partagée et durable, le plein emploi productif et un travail décent pour tous.

« La société dans son ensemble bénéficie du fait que plus de personnes sont productives et contribuent à la croissance de leur pays. L'emploi productif et le travail décent sont des éléments clés essentiels à la réalisation d'une mondialisation juste et à la réduction de la pauvreté. En outre, si rien n'est fait, le chômage peut mener à l'instabilité et perturber la paix »

b) Visions 13,14 et 16 de BURUNDI-PND (2018)

Enoncé vision 13

Le présent PND est un document de référence pour tous les acteurs de développement au Burundi tant au niveau national, régional, qu'international. Il intègre les priorités et les résultats stratégiques du Gouvernement pour réaliser une croissance forte, inclusive et durable favorisant les changements significatifs pour l'épanouissement individuel et collectif des populations. Il veille également à ce que les instruments soient flexibles et revus régulièrement sur la base des résultats obtenus et des facteurs endogènes et exogènes. Ce Plan National de Développement constitue le cadre de planification, de programmation, de coordination et de suivi des interventions nationales et internationales. A travers sa mise en œuvre, le Gouvernement recherche l'efficacité et l'efficience dans les interventions publiques et attache du prix à Plan National de Développement 2018-2027 (PND Burundi 2018-2027) Page 9 l'obtention de résultats devant contribuer à l'amélioration des conditions de vie et de travail des populations.

Enoncé vision 14

Partant de ces fondements, le Plan National de Développement (PND BURUNDI 2018-2027) s'inscrit dans un schéma de développement axé sur une nouvelle dynamique de transformation structurelle de l'économie génératrice des effets multiplicateurs en faveur de l'amélioration du revenu moyen par habitant et de ce fait, la satisfaction des besoins fondamentaux, la réduction de la pauvreté, le renforcement des capacités humaines, la viabilité environnementale et l'équité sociale.

Enoncé vision 16

Pour concrétiser sa vision, le plan national de développement se fixe comme objectif global de « Transformer structurellement l'économie burundaise, pour une croissance forte, durable, résiliente, inclusive, créatrice d'emplois décents pour tous et induisant l'amélioration du bien-être social». Cet objectif vise l'exploitation du potentiel de croissance de l'économie Burundaise en termes de productivité et création d'emplois pour un développement (économique et social) inclusif et durable.