



**ETUDE COMPARATIVE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES
DES LEGUMES VENDUES SUR LES MARCHES DE MWENE DITU
EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO**

**LUBO MUMBIYI Matthieu¹, MASENGU MUTSHIMUANA Solange¹, TSHIBANGU
KADIATA¹, POMUANA KEMISHANGA¹, ILUNGA ILUNGA Boniface¹,
MULAMBA AMIST¹, AKATSHI KISASE Fifi², KAZADI TSHITUAMANJI
Marceline³, KAZADI TUENGU Gérémié³, KITENGE KITENGE David⁴,
TSHIBANDA ILUNGA Guillaume⁵, BUKASA TSHILONDA Jean Christophe⁵**

¹ Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kalenda, Kalenda Bay Way, République Démocratique du Congo;

² Institut Supérieur des Techniques Médicales de Lubao, Lubao, République Démocratique du Congo ;

³ Université de Mwene Ditu, Mwene Ditu, République Démocratique du Congo.

⁴ Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kabinda, Kabinda, République Démocratique du Congo.

⁵ Institut Supérieur des Techniques Médicales de Mbuji mayi, Mbuji mayi, République Démocratique du Congo.

AUTEUR CORRESPONDANT : BUKASA TSHILONDA Jean Christophe.

E-mail : jcbukasa4@gmail.com

1. INTRODUCTION

Pour tous les pays du monde entier, l'alimentation demeure le besoin prioritaire, dans la mesure où elle procure à l'organisme des matériaux et de l'énergie nécessaires au maintien de sa structure et à son fonctionnement. **(Mathilde, 2015).**

En effet, certaines normes sont fixées pour qu'une alimentation humaine réponde efficacement aux besoins de l'organisme, notamment la qualité et la quantité des principes nutritifs contenus dans les aliments régulièrement consommés par la population **(Mathilde, 2015).**

A cet effet, il est recommandé à toute population de s'assurer une alimentation équilibrée, laquelle permet de garantir une bonne santé. Si ce problème est déjà résolu dans les pays développés, il continue à se poser, avec acuité, dans nos pays sous-développés, dont la R.D.Congo, notre pays où la malnutrition et la sous-alimentation ont élu domicile, en dépit des potentialités naturelles dont sont dotées nos forêts et savanes. **(Mathilde, 2015).**

En plus, les efforts consentis par certains organismes internationaux et quelques ONG locales paraissent stériles, car la production tant animale que végétale ne suffit à couvrir les besoins de tout le monde, aussi longtemps que ces produits animaux, et même végétaux, ne sont accessibles à tous, à cause de la modicité du revenu de la plupart des foyers **(Mathilde, 2015).**

Il s'ensuit que l'alimentation quotidienne, dans nos régions, se caractérise globalement par les apports alimentaires déséquilibrés, d'autant plus qu'ils excellent en excès de matières grasses saturées et autres, en insuffisance de fibres et de principes protecteurs. Ces insuffisances peuvent être corrigées par la consommation des aliments d'origine végétale, en l'occurrence les légumes feuilles réputés bonnes sources d'aliments protecteurs et accessibles à tous les foyers, et même certains d'entre ces légumes révèlent les propriétés pharmacodynamiques et renferment les vitamines C et du complexe B, les provitamines A et les minéraux **(FAO, 2009).**

Les aliments d'origine végétale présentent aussi l'avantage d'être plus absorbés, au niveau de l'intestin, que leurs homologues animaux, tels sont les stérols animaux dont le cholécalciférol ou vitamine D₃ et le cholestérol, ce dernier, le sait-on, est responsable de quelques maladies cardio-vasculaires, d'obésité, de cancers. **(FAO, 2009).**

Cependant, les différentes chaînes de commercialisation, les conditions de conservation et de vente paraissent inadéquates. En effet, dans leurs sites de production et dans les marchés, les

légumes sont exposés aux rayons solaires, étalés à même le sol, et en cas où une partie n'est pas coulée le jour de leur récolte, ces légumes sont gardés dans des sacs, dans des récipients contenant de l'eau, ou déposés sur les toits des maisons où ils séjournent toute la nuit. Parfois, ces légumes ne parviennent pas aux vendeurs le jour de leur récolte, mais plutôt à un ou 2 jours plus tard. Les chaînes de commercialisation courantes sont :

- ✓ Producteur – consommateur ;
- ✓ Producteur – détaillant – consommateur ;
- ✓ Producteur – grossiste – détaillant – consommateur.

Eu égard à ces chaînes de commercialisation et aux conditions de vente et de conservation, nous pensons que certains paramètres organoleptiques et physico – chimiques de ces légumes doivent être entamés (**FAO, 2009**). Donc, la vente des légumes sur nos marchés de Mweneditu ne réunit ni les conditions d'hygiène, ni celles prescrites par les normes internationales de commercialisation des produits vivriers, ce qui peut porter préjudice à la santé des consommateurs de ces légumes ; la raison pour laquelle nous avons jugé nécessaire de soumettre, à l'analyse, quelques propriétés organoleptiques et physico – chimiques des légumes vendus sur les marchés de Mweneditu.

Dans le monde, l'intérêt des légumes-feuilles s'est accru à la suite d'études épidémiologiques mettant en relation les habitudes alimentaires et la prévalence de certaines maladies (cancers, obésité, maladies cardiovasculaires). Ainsi, 25 à 60% de cancers peuvent être évités par une modification des habitudes alimentaires avec une meilleure intégration de fibres dans les aliments (**Afolayan et Jimoh, 2009**).

A ce titre, l'apport des légumes-feuilles est non négligeable et constitue d'importantes sources de vitamines (surtout les vitamines A, B et C), de minéraux, d'oligo-éléments, de protéines, de fibres et de glucides (**De Frémicourt, 2006**). De ce fait, il contribue à l'amélioration de l'état nutritionnel des populations aussi bien dans les zones rurales et péri-urbaines que dans les zones urbaines. En plus de leur importance nutritionnelle, ces aliments végétaux présentent un intérêt économique et social non négligeable en raison de leur coût relativement bas, de la facilité et de la rapidité de leur préparation (**Avallone et al. 2007; Dansi et al. 2008**).

Les légumes-feuilles occupent la deuxième place des cultures maraîchères produites au Sud-Bénin, derrière la tomate, avec une superficie de 1.496 ha et une production totale de 10.600 t (**Dansi et al. 2008**).

Ils représentent 62,5% de la consommation nationale de produits maraîchers, et les légumes-feuilles traditionnels en constituent les 89% (**AssogbaKomlan et al. 2006**). Ces légumes-feuilles traditionnels entrent dans l'alimentation quotidienne de presque tous les Béninois (**Dansi et al. 2008**).

La consommation quotidienne des légumes verts frais permet un équilibre alimentaire satisfaisant. Certains de ces légumes traditionnels, comme *Hibiscus sabdariffa* et *Ocimum gratissimum*, possèdent des propriétés médicinales et sont utilisés pour soigner diverses maladies comme le paludisme, les parasites intestinaux, les infections, etc. (**Adjatin, 2006**).

Malgré l'importance économique, nutritionnelle et médicinale, beaucoup de légumes locaux sont peu utilisés en raison de l'insuffisance des connaissances scientifiques sur leurs potentialités nutritionnelles. (**Adjatin, 2006**).

Malgré les efforts constatés ces dernières années dans les pays en développement, pour rehausser le niveau de connaissances des légumes-feuilles sauvages, il existe toujours un gap d'informations à combler notamment sur l'impact des transformations culinaires sur leur valeur nutritionnelle (**Adjatin, 2006**).

Les légumes feuilles n'occupent pas une place de choix dans l'habitude alimentaire en Côte d'Ivoire. Ils sont cultivés comme plantes maraîchères et vendus sur les marchés. Leur consommation est liée aux différentes régions. Ainsi, sont consommés la corète potagère au Centre; l'amarante, l'oseille de Guinée, la morelle noire et les feuilles de patate au Nord ; la célosie, l'épinard et Caya blanc à l'Ouest. Ces légumes feuilles renferment des micronutriments (vitamines, minéraux) qui contribuent au bien-être de l'organisme (**FAO, 2008 ; Rubaihayo, 2006**).

Bien que ces légumes présentent de bonnes valeurs nutritionnelles (**Tchiegang et al. 2004**), ils sont souvent mal conditionnés avant d'être acheminés vers les marchés. Etant périssables par leur forte teneur en eau, ils sont sensibles aux actions des agents biologiques et physicochimiques de dégradation. Il s'en suit des pertes post-récolte du point de vue quantitatif et qualitatif (Kahane et al. 2005). Cela suscite des inquiétudes concernant la qualité nutritionnelle de ces denrées vendues, surtout qu'elles ont une survie de 24h.

Toujours en Côte D'ivoire, une étude menée par **Anin Louise OCHO-ANIN ATCHIBRI et Al (2012)**, a permis de déterminer la valeur nutritionnelle de cinq légumes feuilles

(*Amaranthus hybridus*, *Celosia argentea*, *Corchorus olitorius*, *Cleome gynandra*, *Solanum nigrum*) collectés sur un site maraîcher (Port-Bouet) et deux marchés (Abobo-gare et Gouro). Les résultats obtenus révèlent que les légumes feuilles sont riches en éléments minéraux, avec des valeurs en potassium comprises entre 3034 et 22403 mg / 100 g de MS, la teneur en calcium varie de 1546 à 5663 mg / 100 g de MS, celle du phosphore varie de 1369 à 2410 mg / 100 g de MS. Au niveau de la teneur en magnésium, elle est comprise entre 394 et 1947 mg / 100 g de MS. La teneur en fer varie de 09 à 56 mg / 100 g de MS. Les teneurs en protéines sont de plus de 25%. Ces légumes sont de bonnes sources de glucides (sucres totaux et réducteurs) avec des teneurs comprises entre 64 et 136 mg / 100 g de MS, pour les sucres réducteurs, et 443 à 1381 mg / 100 g de MS pour les sucres totaux. Cette étude montre que les légumes feuilles peuvent concourir au bien-être de l'organisme par leur apport en protéines et minéraux.

Les données obtenues d'une étude menée au Cameroun, par **Sheetal et al. (2005)**, indiquent également que les légumes feuilles sont une bonne source de protéines. En effet, ces recettes tropicales sont riches en protéines et peuvent contribuer à assurer la sécurité alimentaire des populations pauvres. Elles peuvent aussi constituer, de par leur composition, un complément appréciable de calories, de vitamines, de fibres, de sels minéraux et de protéines dans l'alimentation.

Jansen et al (2004) ont montré également que l'utilisation de l'engrais azoté, lors de la production des légumes feuilles, influence la teneur en protéines.

Par ailleurs, l'étude de **Sènan VODOUHE et Al (2012)** montre que l'influence du mode de cuisson sur la valeur nutritionnelle de *Solanum macrocarpum*, *Amaranthus hybridus* et *Ocimum gratissimum* a été investiguée. Les teneurs en matière sèche, cendres, protéines, lipides, fibres et minéraux des légumes-feuilles traités ont été analysées conformément aux méthodes standards. (Sènan VODOUHE et Al (2012)).

Les résultats montraient que la cuisson à l'eau bouillante augmentait les teneurs en protéines (35,71%) et en lipides (97,26%) d'*Amaranthus hybridus*, celles en lipides (288,05%) de *Solanum macrocarpum* et celles en protéines (0,54%) de *Ocimum gratissimum*. La cuisson à la vapeur augmentait la teneur en protéines (2,02%) de *Solanum macrocarpum* et une diminution de celles en protéines (-38,04%) et en lipides (-6,05%) d'*Ocimum gratissimum*. La cuisson à l'eau bouillante entraînait des pertes plus élevées en Calcium de -23,72%, 34,89% et

-20,65% et en potassium de -61,77%, -55,04% et -44,34% respectivement pour *Solanum macrocarpum*, *Amaranthus hybridus* et *Ocimum gratissimum* que celle à la vapeur en Calcium de -1,13%, 25,09% et -10,53% et en potassium de -31,33%, -9,76% et -1,15% respectivement pour *Solanum macrocarpum*, *Amaranthus hybridus* et *Ocimum gratissimum*. La cuisson à la vapeur augmentait des teneurs en magnésium (37,25%) et en fer (6,74%) de *Solanum macrocarpum* comparativement aux 35,41% et 1,40% obtenus avec la cuisson à l'eau bouillante. (Sènan VODOUHE et Al (2012))

En République Démocratique du Congo, notre pays, en général, et particulièrement dans notre province de Lomami, les légumes entrent quotidiennement, en très grandes proportions, dans notre alimentation, qu'il s'agisse des légumes fruits ou des légumes feuilles, lesquels accompagnent toujours le fofou, notre aliment de base.

Cependant, le faible niveau d'instruction des personnes qui, principalement, produisent et commercialisent les légumes, ne leur permet pas d'appliquer les règles élémentaires d'hygiène des milieux où elles cultivent les légumes, il en est autant des marchés où ces produits sont vendus souvent étalés à même le sol, et de l'eau utilisée pour les nettoyer est tirée parfois des flaques d'eau de pluie.

De l'autre côté, la conservation de ces légumes demeure encore un problème, car leur transport depuis le site de production à celui de vente et à la consommation, ne tient pas compte des effets néfastes des agents exogènes sur leurs principes nutritifs, alors que, parmi ces derniers, les uns sont sensibles aux rayons solaires, pendant que d'autres sont facilement fermentescibles ou putrescibles, et d'autres encore, telle la chlorophylle nécessaire à la synthèse du sang, sont convertis en d'autres substances biochimiques non ou peu nutritives.

Notre étude a pour but d'apprécier, expérimentalement, les effets de la chaîne de commercialisation, des conditions de transport, de vente et de conservation, sur le pouvoir nutritif de quelques espèces de légumes feuilles vendus et consommés dans la ville de Mweneditu.

2. Justification de la recherche

Dans la ville de Mweneditu, dans les marchés, il arrive des fois que les légumes feuilles ne soient pas vendus en une journée. Pour répondre à l'exigence du consommateur, les marchandes ont tendance à arroser ces légumes feuilles avec de l'eau, afin de garder leur

fraîcheur. De ce fait, il importe donc de vérifier la valeur nutritionnelle des légumes feuilles vendus sur nos marchés après leur récolte, en déterminant les paramètres physico-chimiques.

3. GENERALITES SUR LES LEGUMES

3.1 Intérêt biochimique

Les études antérieures rapportent que, d'une manière générale, les légumes produits et consommés en Afrique révèlent une grande importance biochimique, dans la mesure où on y a décelé les protéines de bonne qualité, les caroténoïdes, les carbohydrates dont l'amidon, les divers minéraux comme le calcium, le fer, le phosphore, l'iode, les lipides riches en acides gras poly insaturés, les protides riches en fibres et les nombreuses vitamines, notamment les provitamines A, quelques vitamines du complexe B (thiamine, riboflavine, niacine, folates), la vitamine C (**Eric Tollens, 2003**).

L'abondance relative des minéraux rencontrés dans ces légumes dépend de la composition chimique du sol où ils sont cultivés.

3.2 Importance nutritionnelle

Les légumes feuilles traditionnels entrent, quotidiennement, en grande proportion dans notre alimentation où ils jouent un rôle important dans la sécurité alimentaire, dans les régimes alimentaires de toutes les populations de la planète, particulièrement d'Afrique, d'Asie et d'Océanie (**Eric Tollens, 2003**).

Compte tenu de leur composition biochimique, les légumes feuilles apparaissent, de nos jours, comme des alliés dans la lutte contre la « faim cachée » traduite par la carence en micronutriments, vitamine A et minéraux dont le fer qui prévient l'anémie (**Eric Tollens, 2003**) ; ainsi, dans les pays subsahariens où prévalent les anémies dues au paludisme, l'apport de fer s'avère très important et recommandé.

En effet, 100 gr de légumes feuilles fournissent, par jour, 4 à 7 mg de fer suffisant pour un enfant et un taux non négligeable pour un adulte (**Eric Tollens, 2003**). En plus, l'ingestion de la même quantité de légumes satisfait les besoins en vitamine A, chez l'enfant, et représente une contribution considérable à l'apport recommandé pour un adulte ; la même quantité de légumes couvre largement les besoins en vitamine C pour toutes les tranches d'âges, bien

qu'environ 50 % de cette vitamine, à cause de son hydro-solubilité, sont perdus pendant la cuisson **(Eric Tollens, 2003)**.

En dépit de leur origine, sauvages ou cultivés, issus de lianes, de tubercules ou d'arbres, ces légumes apportent, même aux populations dont le régime alimentaire est principalement carné, les protéines végétales indispensables, surtout, aux femmes enceintes ou allaitantes, et aux enfants en pleine croissance et dont le taux varie de 1 % à 2 % de protéines, mais parfois de 4 % à 10 % **(Eric Tollens, 2003)**.

Les glucides contenus dans ces légumes, tel que l'amidon et autres carbohydrates, sont potentiellement énergétiques et exercent un effet laxatif doux **(Eric Tollens, 2003)**.

Quant aux lipides, les légumes en contiennent en quantités relativement faibles, mais ils sont indispensables, car ils jouent un rôle essentiel dans la constitution des membranes cellulaires **(Eric Tollens, 2003)**.

En définitive, la comparaison des pouvoirs nutritifs de nos légumes à ceux des légumes produits en Europe révèle que les nôtres, sur le plan diététique, sont réputés plus riches en protéines, en provitamines A, en vitamine C et en sels minéraux que les légumes exotiques **(Eric Tollens, 2003)**, sans facteurs antinutritionnels rédhibitoires ; donc ils nous apportent 10 à 100 fois plus de micronutriments que la salade, le chou et le poireau. Cela justifie la déficience en vitamine A, accusée par les habitants des zones sèches, à cause de l'insuffisance de production et de consommation des légumes **(Eric Tollens, 2003)**.

3.3 Importance socio – économique

1. Zones rurales

Les habitants des Zones rurales, principalement végétariens, consomment les légumes traditionnels cultivés ou poussant à l'état sauvage. Les 90 % de leur production sont destinés à l'autoconsommation, et la faible fraction est commercialisée.

Au Bénin, la consommation annuelle successive des légumes feuilles avoisinait 6 Kg par personne en 1975 **(Eric Tollens, 2003)**, et 12 Kg par sujet en 1995. Au Sénégal, la commercialisation des légumes contribue au budget familial à hauteur de 50 % à 80 %. En Afrique subsaharienne, les légumes feuilles sont vendus dans les marchés locaux et régionaux **(Eric Tollens, 2003)**.

En République Démocratique du Congo, la culture des légumes reflète la diversité des centaines de groupes ethniques habitant le pays et leurs coutumes. Moins de 2 % de la terre est cultivée, et l'essentiel est utilisé pour la consommation locale. Les peuples de la campagne récoltent ainsi les fruits, champignons, miel, et il leur arrive de vendre ces produits sur les marchés locaux ou au bord des routes (**Adu-Dupanah H. K., 2009**).

Les légumes feuillent, selon les saisons, sont vendus à des prix variables. En effet, leur culture s'intensifie et devient davantage rentable au cours de la saison sèche et se pratique dans les bas-fonds (**Eric Tollens, 2003**). Cependant, à l'avènement de la saison pluvieuse, les populations s'adonnent plus à d'autres cultures qu'aux légumes feuilles.

Dans les milieux ruraux, le commerce des légumes est moins développé, dans la mesure où presque toutes les familles les cultivent, ce qui entraîne leur faible demande sur les marchés locaux (**Eric Tollens, 2003**).

A cause de l'absence d'un bon état de routes de desserte agricole, les grands producteurs de ces légumes éprouvent d'énormes difficultés à amener leurs produits vers le centre urbain où ils sont vendus à bon prix. A côté de mauvais état de routes, il se pose un problème supplémentaire relatif à la conservation de ces légumes pendant la période post – récolte, car ces produits comptent parmi les périssables et leur entreposage entraîne, non seulement un manque à gagner, mais aussi de lourdes pertes financières.

Le commerce des légumes est essentiellement pratiqué par les femmes qui, pour la plupart, deviennent le pivot de leurs foyers (**Eric Tollens, 2003**).

2. Zones urbaines

Les zones urbaines et périurbaines connaissent la culture des légumes feuilles. En effet, dans les grandes villes, le maraîchage génère de l'emploi et du revenu, et résout les problèmes de chômage et d'insécurité alimentaire auxquels sont confrontées nos populations (**Eric Tollens, 2003**).

Dans notre pays, les revenus générés par le maraîchage ont pour objectif la satisfaction des besoins socio-économiques du ménage ; parmi ceux-ci, figurent les besoins alimentaires. Ainsi, d'importantes sommes d'argent sont-elles produites dans les ménages pratiquant le maraîchage.

La vente des produits de maraîchage, par exemple, peut améliorer de façon sensible le revenu du ménage, surtout à certaines périodes de l'année quand d'autres sources d'emploi ou de revenus sont limitées, ou bien quand les récoltes sont mauvaises à cause d'une catastrophe naturelle (inondation, infestation pour les ravageurs, maladie chez les animaux ou dans la famille). En ce moment, le revenu du jardin potager peut être utilisé pour acheter des aliments que la famille ne peut pas produire. KANKONDE M. et Tollens E.F (2001) ont fait la répartition des dépenses après la vente des produits maraîchers, dans quatre centres maraîchers proches de Kinshasa, à savoir KIMBANSEKE, Funa, Ce comaf et Bandal. Les résultats sont les suivants : 43,5 % de récolte aident à l'alimentation familiale à Kimbanseke, 38,8 % à Funa et 37 % à Bandal. Dans les mêmes lieux, pour les soins de santé, Ce comaf est à 34 % de culture de Maraîchage, Bandal à 29 % de recettes et 23,5 % pour Kimbanseke. La scolarité à Kimbanseke utilise 18,3 % du revenu, 20 % à Bandal et 24 % à Funa et 25 % à Ce comaf. Loue le loyer, les taux sont successivement 1,7 % à Kimbanseke, 3,1 % à Funa et Bandal et Ce comaf sont à 5 % et 3 % (Jin YR, Lee MS et Al, 2007).

Selon PADAF, en 2003, la culture des légumes a créé, au sud de Bénin, 8600 emplois directs et indirects. A Cotonou, le revenu annuel global de l'ensemble des maraîchages est de l'ordre de 30 millions de FCFA, leur propre consommation non comprise (Eric Tollens, 2003).

En 2007, selon Diouf et alliés, les légumes traditionnels peuvent contribuer jusqu'à 100 % dans le revenu des ménages. (Jin YR, Lee MS et Al, 2007).

En 1989, au Congo Brazzaville voisin, le revenu mensuel moyen d'un maraîcher est évalué à 200000 FCFA. (Jin YR, Lee MS et Al, 2007).

Malgré ces quelques avantages que présentent la culture des légumes traditionnels dans nos milieux ruraux et urbains, relativement au plan alimentaire et économique, les maraîchers sont confrontés à certaines contraintes. En effet, le maraîchage urbain et périphérique présente des atouts et contraintes, depuis la production, jusqu'à la commercialisation.

1) Atouts et contraintes liés à la population

Atouts :

Dans notre pays en général, et dans notre province en particulier, l'accès aux intrants, à l'appui technique et aux déchets urbains, lequel devrait constituer un atout, n'est pas de mise, d'où la production insuffisante pour alimenter toute la population urbaine, par exemple. Alors

que dans d'autres pays africains précités, la production maraîchère dispose d'une diversité de sources de financement dont les commerçants, les fonctionnaires, les sujets expatriés, etc.

Contraintes :

Il existe beaucoup de facteurs qui s'érigent en obstacles dans la production maraîchère au niveau de nos villes et leurs périphéries. En effet, la précarité d'accès au domaine foncier, le manque de reconnaissance institutionnelle, la pollution du sol, de l'atmosphère et de l'eau, sont autant de facteurs de risques dans la production des légumes. Un autre facteur de risque, non moins négligeable, concerne les insectes ravageurs et des animaux prédateurs qui dévastent des pépinières des légumes, auxquels s'ajoutent l'état de fertilité faible de sol et les malfaiteurs qui s'acharnent au vol des légumes.

2) Atouts et contraintes liés à la commercialisation

Généralement, une production est orientée soit vers la consommation, soit vers la commercialisation, ou plus souvent les deux.

Atouts :

Les atouts de la commercialisation des légumes sont liés à la proximité du marché, au point qu'en ville, souvent, le problème de transport et de commercialisation de ces denrées ne se pose pas tellement (**Eric Tollens, 2003**).

Contraintes :

Cependant, le caractère périssable et distal de 10 % des légumes soumettent les producteurs à quelques contraintes, notamment l'élasticité de la demande, la précarité des conditions sanitaires et la mauvaise manipulation de ces légumes par les vendeurs et les acheteurs.

2.3 Généralités sur nos échantillons

Dans notre étude, nous avons, sans préférence quelconque, porté notre choix sur quelques légumes feuilles couramment consommés par nos populations de la ville de Mwenditu, il s'agit des feuilles de manioc, de patates douces, d'amarantes, de niébé et d'oseille.

2.3.1 Feuilles de manioc

1. Description systématique du manioc

Le manioc appartient à la classe de Magnoliopsida, sous-classe de Rosidae, ordre des Euphorbiales, famille d'Euphorbiaceae genre Manihot et l'espèce d'esculenta Crantz(17).

Originaire d'Amérique Centrale et du Sud, plus particulièrement du Sud – Ouest de bassin amazonien, il s'agit d'arbuste servant d'aliment dans les régions tropicales et subtropicales, grâce à sa racine tubérisée riche en amidon.

On consomme généralement ses racines, très riches en glucide et sans gluten, mais aussi ses feuilles en Afrique, en Asie et dans le nord du Brésil. Au nord et au Nord – Est du Brésil, le mot « farine » (en portugais fafrinha) désigne avant tout la farine de manioc, et non de blé. Cette farine n'a d'ailleurs pas l'aspect de la farine de blé : elle ressemble plutôt à une semoule sèche, plus ou moins grossière, de couleur allant du jaune vif ou gris, en passant par le blanc. Il s'agit en fait d'une fécule, mot plus adapté pour garder la signification de la « farine » issue d'une racine (**Mbemba, J.M et Al, 2013**).

2. Intérêt cultural

Le manioc est l'une des plantes vivrières faciles à cultiver, d'autant plus qu'il n'exige pas une grande fertilité du sol pour sa production. Ainsi, la culture de manioc, dans notre pays, la RDC, occupe plus de la moitié de terre cultivable, cela fait de notre pays le troisième des six plus grands pays producteurs du manioc dans le monde, mais le deuxième en Afrique, après le Nigéria.

3. Importance alimentaire

Chaque année, la R.D.Congo produit environ 16 millions de tonnes de manioc, ce qui la classe en tête dans le monde au niveau de la consommation des feuilles de manioc (**Jin YR, Lee MS et Al, 2007**), et constitue l'aliment de base pour la plupart des Congolais.

Certes, un Congolais consomme, en moyenne, 153 Kg des tubercules frais par an, soit 145 Kg de farine de manioc. Il est impérieux de souligner que, de tous les légumes, quels qu'ils soient, feuilles ou fruits, les feuilles de manioc restent le premier légume consommé, à grande échelle, pour tous les foyers congolais presque chaque jour et en grande quantité. Les estimations montrent qu'un ménage de sept à huit personnes consommerait, hebdomadairement, 4 Kg de feuilles de manioc (**Jin YR, Lee MS et Al, 2007**).

Bien que généralement pauvres en protéines de bonne qualité, les produits du manioc renferment tout de même quelques protéines, particulièrement ses feuilles qui contiennent de 6 mg – 8 mg / g, sans oublier le fer (3 mg/ 100 g), le calcium (200 mg/ 100 g), vitamine A (10.000 – 13.000 UI) et la vitamine C (140 mg/ 10 g) (**Jin YR, Lee MS et Al, 2007**).

Le manioc est un aliment consommé par environs 90 % des congolais, par les animaux domestiques (bovins et ovins)

4. Importance industrielle

Au niveau artisanal, la fermentation des tubercules du manioc, en RDC, est mise à profit dans la distillation de l'alcool indigène, lequel est accompagné de sous-produits dont certains sont très toxiques, en l'occurrence le méthanol, donc ces produits ne peuvent garantir la sécurité alimentaire des consommateurs.

5. Importance économique

La commercialisation des tubercules et des feuilles de manioc constitue une source importante de revenu des ménages qui la pratiquent.

Dans notre pays, la filière de commercialisation des produits de manioc comprend la production au champ, la transformation, la commercialisation au niveau des grossistes et des détaillants, et la consommation au niveau des ménages ou industriel. Cependant, la mécanisation de la culture du manioc tarde encore à se réaliser, d'où nos cultivateurs recourent encore aux moyens artisanaux au point que, actuellement, la production a une tendance à décroître depuis l'année 1998, soit une baisse de près de 12% pour les tubercules et 6 % pour les légumes feuilles.

2.3.2 Feuilles de patates douces

1. Description systématique de la patate douce

La patate douce, ou simplement patate, appartient à la classe de Magnoliopsida, à l'ordre de Solanales à la famille de Convolvulaceae, au genre Ipomoea et à l'espèce Batatas. Elle est très répandue dans les régions tropicales et subtropicales où on la cultive pour ses tubercules comestibles (**FAO, 2009**).

a) Historique

L'origine de la patate douce est souvent située en Inde, parce qu'elle y est cultivée depuis longtemps, probablement avant le XVI^{ème} siècle. Mais, bien que cette plante soit inconnue à l'état sauvage, elle est plus vraisemblablement d'origine sud-américaine. Elle serait diversifiée à partir de deux zones, un centre principal entre le Yucatan et l'embouchure de l'Orénoque, au Venezuela, et un secondaire entre le Pérou et l'Equateur. Des études archéologiques au Pérou indiquent qu'elle y était connue, mais peut-être pas encore cultivée, vers 8000 avant notre ère (FAO, 2009).

2. Intérêt culturel

En République Démocratique du Congo, en général et à Mweneditu en particulier, la culture de la patate douce se réalise, en pépinières pré-aménagées, par le repiquage de boutures. La patate douce n'est pas très exigeante vis-à-vis du sol qui doit l'accueillir. Comme le manioc, elle est aussi une plante annuelle.

2. Importance alimentaire

Les feuilles de patate douce font partie des légumes les plus couramment consommés dans notre pays, et sont considérées comme la reine des légumes, dans notre pays, relativement à son traitement et à sa cuisson aisés. Ses feuilles, légèrement mucilagineuses et très fondantes, sont utilisées comme condiments.

Considérées hier comme aliment des pauvres, les feuilles de patate douce sont actuellement mises au goût du jour et couramment servies dans les restaurants.

Lorsqu'elles sont servies ou préparées avec un corps gras, exemple le lait de coco, les feuilles de patate douce permettent à l'organisme d'assimiler la vitamine A qu'elles contiennent (FAO, 2009).

4. Importance nutritionnelle

Les feuilles de patate douce renferment plus de protéines, de bêta – carotène, de calcium, de phosphore, de fer et de vitamine C que l'épinard.

Elles sont riches en fibres permettant de prévenir certains types de cancer. Le taux en protéines avoisine 3 % ; ces feuilles renferment aussi les sels minéraux, mais elles sont peu caloriques (FAO, 2009).

Selon les analyses, les feuilles de patate douce sont riches en composés phénoliques, et renferment les anthocyanines. La FAO les compte parmi les dix principaux légumes antioxydants d'Asie (**Ndianga Cissé, 2017**).

2.3.3 Feuilles d'amarante

1. Description systématique

L'amarante ou amarante est de la classe de Magnoliopsida, ordre de Caryophyllales, famille de Chenopodiaceae, genre d'Amaranthus, espèce d'hybridus. Elle est originaire des régions tempérées et tropicales (**Christophe Kouame (2007)**). C'est une des plantes herbacées annuelles, dont certaines espèces sont cultivées comme plantes potagères, pour leurs feuilles comestibles à la manière des épinards, ou pour leurs graines, et parfois comme plantes ornementales, pour leur floraison en épis spectaculaires. D'autres espèces sont de mauvaises herbes communes dans les champs cultivés (**Christophe Kouame (2007)**).

❖ Etymologie : Amaranthus vient du nom de cette plante en grec ancien « amarante immortelle », nom formé du préfixe privatif a- « sans » sur le verbe qui signifie « flétrir, se fâner » : en effet, l'amarante a la réputation de ne pas se fâner et, pour cette raison, représente un symbole de l'immortalité. Certaines espèces sont d'ailleurs utilisées dans les bouquets secs (**Christophe Kouame (2007)**).

❖ Historique : Depuis très longtemps, diverses espèces d'amarantes sont cultivées pour l'alimentation en Asie, en Amérique et en Afrique. Ainsi, Amaranthus caudatus, A.wentis et A. hypochondriacus jouèrent un rôle alimentaire important dans les civilisations précolombiennes, aussi bien en Més-Amérique (chez les Mayas et les Aztèques, notamment) qu'en Amérique du Sud (Chez les Incas par exemple) (**Christophe Kouame (2007)**).

2. Importance alimentaire

Les graines d'amarante contiennent 2 fois plus de magnésium, 3 fois plus de fer et 5 fois plus de calcium que les autres céréales ; en terme de protéines, ces graines renferment 5 g de plus que le riz, 10 g de plus que le maïs, 12 g de plus que l'avoine, et 12 g de plus que le blé. Ces données ont amené les diététiciens à affirmer que les protéines, contenues dans l'amarante,

sont d'une qualité supérieure à celle du lait de vache, et même du soja (**Bajissaga Maba, 2007**).

L'amarante devient un aliment de référence en cas de besoins nutritionnels accrus. Par ailleurs, l'absence de gluten dans l'amarante permet de recommander cette plante aux personnes intolérantes au gluten.

Les feuilles d'amarantes servent de légume et contiennent la vitamine C, le bêta-carotène, le calcium et le fer. Elles sont aussi indiquées pour améliorer l'alimentation d'une personne en manque de provitamine A ou de vitamine C (**Bajissaga Maba, 2007**).

2.3.4 Feuilles de Niébé

1. Description systématique

Le Niébé est de l'embranchement de Spermaphytes, sous – embranchement des Angiospermes, classe des Dicotylédones, l'ordre des Fabales, la famille des Fabacées, genre digna et espèce unguiculata (**Dansi et al, 2008**).

Il est originaire d'Afrique où l'on trouve une grande diversité génétique chez le type sauvage sur tout le continent, l'Afrique australe étant la plus riche. Il a été introduit au Madagascar et sur d'autres îles de l'Océan Indien, où sa culture n'est pas très répandue ; mais c'est en Afrique de l'ouest que l'on trouve la plus grande diversité génétique de niébé cultivé, dans les zones de savane du Burkina Faso, du Ghana, du Togo, du Bénin, du Niger, du Nigeria et du Cameroun. Le Niébé fut probablement introduit en Europe vers l'an 300 avant J.C, et en Inde vers l'an 200 avant J.C, suite à la sélection par l'homme en Chine, en Inde et en Asie du Sud – est ; il a connu une nouvelle diversification qui aboutit à deux groupes de cultivars : le groupe Sesquipedalis, à longues gousses utilisées comme légumes, et le groupe Biflora, cultivé pour ses gousses, ses graines sèches et son fourrage. Probablement introduit en Amérique tropicale au XVII^{ème} siècle par les Espagnols, le niébé est largement cultivé aux Etats-Unis, aux Caraïbes et au Brésil. Il représente un important légume vert et une précieuse source de fourrage. En Afrique Orientale et Australe, il a également de l'importance aussi bien comme légume frais que sec. Il n'y a qu'en Afrique Centrale humide où il est moins présent (**FAO, 2008**).

2. Intérêt cultural

Le niébé est une plante des régions chaudes, et sa culture est intensive au Sénégal depuis de longs siècles (**Daddy Mutshipayi, 2015**).

Comme toutes les légumineuses, le niébé contribue à la fertilisation des sols, grâce aux bactéries du genre *Rhizobium*, abritées dans les nodules de ses racines, qui fixent l'azote moléculaire qu'elles oxydent successivement en azote nitreux (NO_2^-) et nitrique (NO_3^-).

Il est largement cultivé dans les savanes tropicales d'Afrique. Il s'agit aussi d'une plante annuelle dont le cycle dure environ 3 à 4 mois ; il est cultivé en rotation avec d'autres cultures exigeantes, en l'occurrence le maïs (**Daddy Mutshipayi, 2015**).

3. Importance alimentaire

Les graines de Niébé constituent un aliment de grande valeur nutritive pour l'homme et les animaux domestiques. En effet, ses graines renferment les protéines complètes et en proportions suffisantes, les glucides, les lipides, l'acide folique, le fer, le calcium, le Zinc, etc. (**Daddy Mutshipayi, 2015**).

En Afrique et dans notre pays, la RDC, le niébé constitue l'aliment de base pour certaines populations.

Les feuilles de niébé sont consommées régulièrement, comme légumes, par un grand nombre de nos concitoyens ; elles constituent un aliment pour la volaille et les ovins. L'arrière-effet du Niébé est très bénéfique pour le maïs car le rendement de celui-ci est amélioré (**So Sethaputra, 2005**).

4. Importance économique

Dans notre pays, les agriculteurs s'adonnent, de plus en plus, à la culture de niébé, tels ceux du plateau de Bateke (Kinshasa), de certains territoires du Congo Central, du Grand Kasai (Kabinda, Masuika, Ngandajika, Lubao, Luilu, etc...).

A cet effet, d'importantes quantités de graines de niébé sont commercialisées et constituent une source importante de revenu tant familial que régional. L'approvisionnement de grands centres de consommation tel que Kinshasa, Matadi, Mbuji-Mayi, est ainsi bien assuré (**Caroline Lebecq, 2002**).

2.3.5. Feuilles d'oseille

1. Description systématique

L'oseille est de l'embranchement de Zoophyles ou Rayonnes, classe de Caryophyllidae, ordre d'Acanthoptérygiens, famille de Malvaceae, genre Hibiscus et espèce connabiny ou surrantensin. Poussant à l'état sauvage en Europe et en Asie septentrionale, ainsi qu'en Amérique du Nord, plusieurs de ses espèces sont cultivées comme plantes potagères pour leurs feuilles comestibles (**Frémicourt (2006)**).

L'oseille « Hibiscus sabdariffa », est une plante de Zone tropicale, d'origine Guinéenne, qui s'est propagée dans d'autres pays d'Afrique de l'ouest, tels que le Bénin, le Burkina-Faso, le Togo, le Niger, le Sud du Mali et le Nord de la Côte d'Ivoire ; cette plante a, par la suite, atteint le Botswana, le Congo, l'Égypte, la République Centre – Africaine (où elle est appelée Karakandji) et le Mexique où elle est appelée « flore de Jamaïca » (**Frémicourt (2006)**).

2. Valeur nutritive

Les feuilles d'oseille sont consommées, au Gabon et dans les deux Républiques congolaises, comme légumes principalement, ou purée ou en sauce auxquelles, parfois, on ajoute la purée d'aubergines ou du beurre d'arachides pour atténuer l'acidité ; sous cette forme, les feuilles d'oseille accompagnent du poisson ou de la volaille dont elles relèvent le goût (**C. Tchiégang & KITIKIL Aissatou, 2004**).

3. Valeur thérapeutique

Son infusion révèle les vertus médicinales qui consistent à baisser la pression artérielle, donc elle diminue le risque des maladies cardio – vasculaires (**Rubaihayo E.B., 2006**).

Cette infusion renferme les acides organiques, les anthocyanidines, les flavonoïdes, les mucilages, les pectines et l'huile essentielle (eugénol) ; cette composition biochimique des feuilles d'oseille justifie leur action anti-inflammatoire, adoucissante, anti-asthénique, antispasmodique et légèrement laxative ; la plante est ainsi utilisée pour apaiser l'inflammation des voies respiratoires, les spasmes gastro-intestinaux, et pour lutter contre la fatigue.

La purée de ses feuilles révèle aussi des propriétés amincissantes et tonifiantes, diurétiques pour lutter contre les maladies hépatiques et l'hypertension.

La présence de l'acide L – ascorbique, dans ses feuilles, rend l'oseille une plante à qualité revitalisante et de drainage, facilitant la digestion et tonifiante.

En usage externe, les compresses imbibées d'infusion des feuilles d'oseille réduisent les œdèmes, les eczéma suintants, les dermatoses et les abcès (**Rubaihayo E.B., 2006**).

La consommation de nombreux légumes-feuilles nécessite une cuisson pour éviter leurs effets irritants ou toxiques (**Richard, 2007**).

La cuisson des légumes permet d'en améliorer la digestibilité en modifiant la structure des fibres alimentaires. Cependant, elle entraîne aussi une diminution plus ou moins marquée de la valeur nutritionnelle, soit par la diffusion des constituants hydrosolubles dans l'eau de cuisson, et soit par la destruction des substances thermolabiles et/ou oxydables. Les pertes sont en général plus élevées pour les légumes feuilles que pour les racines et les tubercules. Les pertes augmentent avec le volume d'eau utilisé et la durée de la cuisson (**Avallone et al, 2007**).

L'étude de **Amos DOVOEDO (2012)**, menée au Bénin, montre que la teneur en eau des légumes-feuilles frais et des poudres de légumes-feuilles cuits séchés présente étude des valeurs semblables à celles obtenues par divers auteurs comme Tchiégang et Aissatou (2004), pour les feuilles de *Cerathotheca sesamoïdes* (85,39% MF), *Corchorus olithorus* (84,30% MF) et *Hibiscus sabdariffa* (87,63% MF) au Cameroun, et Thomas et al. (2008) pour les feuilles de *Colocasia* (82,8% MF). Les teneurs en eau des poudres de légumes feuilles séchés obtenues dans cette étude sont largement supérieures aux teneurs de 4,53% obtenues pour la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* par Ndong et al. (2007) au Sénégal. Cette différence peut être due à l'utilisation d'une étuve pour le séchage. Les teneurs en eau des feuilles fraîches obtenues témoignent de la fraîcheur des légumes feuilles utilisés. La cuisson suivie du séchage diminue davantage la teneur en eau et augmente la teneur en matière sèche.

Une étude menée par **Itoua Okouango et Al (2015)** au Congo Brazzaville, sur l'importance nutritionnelle d'un légume feuille consommé dans les localités d'Owando et de Makoua, situées dans le département de la cuvette centrale au Congo Brazzaville, a montré Premièrement, l'utilisation et la consommation des feuilles ce légume, "*Phytolacca dodécandrae*", ensuite, les analyses physico-chimiques ont été effectuées sur deux espèces de ce légumes (*Phytolacca dodecandra* ou épinard sauvage et *Spinacia oleracea* ou épinard) qui présentent quelques similitudes organoleptiques ont été effectuées. Les résultats obtenus

montrent que *Phytolacca dodecandra* (épinard sauvage) a des feuilles plus développées (19, 92 ± 2, 67cm de long, 13, 87 ± 1,54 cm de large), contient plus de protéines (34,56 ± 1,23g /100g de MS) et apporte plus d'énergie que *Spinacia oleracea* (épinard). L'analyse des minéraux a montré que les deux légumes feuilles étudiés sont riches en fer et en phosphore, avec des différences hautement significatives. En conclusion, les feuilles de *Phytolacca dodecandra* (légume feuille consommé) sont riches en protéines et en fer et pourraient constituer, pour cette population, un supplément alimentaire important.

Dans la province de Lomami et du Kasai oriental les légumes-feuilles locaux sont disponibles et facilement accessibles à de nombreuses familles, dans les zones rurales, périurbaines et urbaines. Ils sont également riches en micronutriments qui contribuent au bien-être de l'organisme et peuvent être cruciaux pour la sécurité alimentaire, nutritionnelle et des pourvoyeurs en revenus pour les populations urbaines vulnérables. Malgré ces atouts, ces légumes sont généralement négligés par les consommateurs, en raison de leur association avec le mode de vie rural et avec un faible statut social et, de ce fait, ils sont souvent considérés comme un « aliment des pauvres ». Ainsi, sont consommées comme légume, les feuilles cuites seulement

Notre article s'inscrit dans le cadre des activités de contrôler la qualité des aliments par les analyses au laboratoire du département de Chimie Physique de l'ISP/Mbujimayi du 03/04/ au 15/08/2021

2. METHODOLOGIE

2.1. Matériel, méthode et échantillon

La plupart des matériels sont en verre, et pour nos analyses, nous avons utilisé le tube à essai, burette de 50 ml pour contenir les solutions bitrantes, Verre de montre pour supporter les substances à peser, ballon jaugé pour la préparation des solutions bitrées, Pipette jaugée de 5ml, 10 ml, 20 ml et 25 ml pour prélever les solutions à bitrer, Becher de 500 ml pour la décoction des plantes, Erlen Meyer de 250 ml pour le titrage. En plus de la verrerie, nous avons utilisé l'appareillage ci –après :

- Balance de précision de type Baxtran ;
- Agitateur magnétique ROTAMA 10 ;
- Plaque chauffante : source de chaleur ;

- Spectrophotomètre.

Sans une quelconque préférence, la récolte a été effectuée à partir des feuilles des légumes couramment consommés par notre population de la ville de Mwene Ditu. En effet, nous avons porté notre choix sur les feuilles de manioc domestique, feuilles de niébé, d'amarante, de patate douce et d'oseille venant des champs et sur le marché de Mwene Ditu afin d'obtenir des échantillons diversifiés.

Pour chacune des plantes, retenues, était réparti en deux lots dont l'un était immédiatement soumis à l'analyse et l'autre conservé dans un jour avant d'être soumis à l'analyse.

2.2. Traitement des échantillons

2.2.1. Détermination des teneurs en minéraux

2.2.1.1. Dosage de calcium (Ca^{2+})

1. Identification

Dans un tube à essai contenant le filtrat à analyser, ajouter successivement quelques grains de calcon, une petite quantité de potasse et enfin une solution de l'EDTA jusqu'à l'apparition d'une coloration bleue.

2. Détermination de la teneur en ion calcium (Ca^{2+})



réactifs

- EDTA : 0,05M
- Murexide + NaCl (indicateur)
- NaOH à 10%

Mode opératoire : A 100 ml d'échantillon, on ajoute 2 ml de NaOH 10% et une pointe de spatule de l'indicateur puis on dose avec une solution de l'EDTA 0,05M jusqu'au virage du rouge vin au bleu.

❖ *Expression des résultats*

- La teneur en Ca^{2+} se calcule par l'expression :

$$\frac{20100.V1.f}{V2} \text{ enmg /l}$$

1. V_1 = Volume en ml de l'EDTA 0,05M ;
2. V_2 = Volume en ml de la prise de l'échantillon ;
3. f = Facteur de la solution de l'EDTA 0,05M

2.2.1.2. Dosage de magnésium

1. Identification de l'ion Mg^{2+}

A x ml de filtrat, ajouter le NETQ et la potasse à 10% y verser l'EDTA la fin de la réaction est marquée par l'apparition de la coloration bleue si l'ion Mg^{++} est présent.

2. Détermination de la teneur en ion Mg^{2+}

❖ Réactifs

Une solution tampon de $P^H = 10$ NET comme indicateur EDTA 1M

❖ Mode opératoire

- ✓ A l'aide d'une pipette, prélever 100 ml de l'échantillon à analyser dans un Erlenmeyer de x ml.
- ✓ Ajouter 2 ml de tampon $P^H = 10$ et une petite quantité de NET ;
- ✓ Titrer, goutte à goutte, au moyen d'une solution de l'EDTA 1M jusqu'à l'apparition de la coloration bleue.

❖ Expression des résultats

La teneur en ions magnésium se calcule selon la formule :

$$\frac{1216 (V1 - V2)f}{V}$$

1. V_1 = Volume EDTA : dureté totale ;
2. V_2 = Volume EDTA : dureté calcique ;

3. V = Volume en ml de la prise d'essai de l'échantillon.

2.2.1.3. Dosage des ions Chlorure

1. Identification de l'ion Cl

Dans un tube à essai contenant le filtrat à analyser, ajouter successivement la solution de AgNO_3 en agitant jusqu'à la formation d'un précipité blanc.

2. Dosage des ions Chlorure

❖ Réactifs

- ✓ Chromate de potassium (K_2CrO_4)
- ✓ Nitrate d'argent (AgNO_3)

❖ Mode opératoire

- ✓ On dispose d'une solution de (AgNO_3) 0,1 N dans une burette de 50 ml rincée au préalable ;
- ✓ Introduire 10 ml du filtrat à doser et ajouter 2 à 3 gouttes de K_2CrO_3 à 10%, titrer avec le nitrate d'argent jusqu'à la coloration rouge brique, le fond utilisé doit être blanc.

❖ Expression des résultats

- Soient V_1 et N_1 Volume et normalité de l'ion contenu dans le filtrat
- V_2 et N_2 Volume et normalité de AgNO_3 comme Ag^+ et Cl^- réagissent en quantité équimolaire.
- $\text{m}^{\text{éq}}\text{Ag}^+ = \text{éq}\text{Cl}^- = V.N$

2.2.1.4. Dosage des ions ferreux et ferriques

1. Identification de l'ion Fe^{2+}

Dans un tube à essai, verser 10 ml du filtrat, y ajouter une solution de NaOH, la présence d'un précipité vert signifie celle de l'ion ferreux (Fe^{2+}).

2. Dosage de la teneur en ion Fe^{2+}

❖ Réactifs

- ✓ Solution de $KMnO_4$ 0,1N
- ✓ Solution de H_2SO_4 2 M
- ✓ Filtrat à doser

❖ Mode opératoire

- ✓ Verser successivement, dans un Erlen Mayer, 10 ml du filtrat à doser et 2 ml de la solution de H_2SO_4 ;
- ✓ Titrer avec la solution de $KMnO_4$ jusqu'à l'obtention de la coloration rose persistante.

❖ Expression des résultats

- ✓ V_1 et N_1 = Volume et concentration de la solution de $KMnO_4$;
- ✓ V_2 et N_1 = Volume et concentration de la solution à doser (fer)

$$N_{fer} = \frac{V_1 \cdot N_1}{V_2}$$

3. Identification de l'ion Fe^{3+}

Dans un tube à essai, verser 10 ml du filtrat, y ajoutant une solution de NaOH, la présence d'un précipité rouille d'hydrocarbure ferrique, $Fe(OH)_3$ justifie la présence de l'ion ferrique (Fe^{3+})

❖ *Expression des résultats*

Voir mode opératoire pour le Fe^{2+}

2.2.1.5. Dosage des ions Potassium

1. Identification de l'ion K^+

A 5 ml du filtrat, on ajoute quelques ml, de la solution de $\text{HC}_4\text{H}_4\text{O}_6$, la présence d'un précipité blanc, justifie la présence de l'ion K^+ .

2. Détermination de la teneur en ion potassium

Pour déterminer la teneur en ion K^+ , on a fait recours à la gravimétrie, qui utilise la formule ci-après :

$$m\text{K}^+ = \frac{39,1.m_p}{M_{mp}}$$

- ✓ m_p = Masse du précipité sec ;
- ✓ M_{mp} = Masse molaire du précipité d'hydrogenotartrate de potassium
- ✓ $m\text{K}$ = Masse de potassium pur dans la préparation (4)

$$C_{\text{k}^+} = \frac{m\text{k}}{V}$$

- ✓ C = Concentration massique ;
- ✓ V = Volume du filtrat.

2.2.1.6. Détermination de la teneur en ions Sodium

1. Identification de l'ion Na^+

1 g des feuilles du légume est soumis à la flamme bleue du bec bunsen ; la coloration jaune vive indique la présence de Na^+ .

2. Détermination de la teneur en ions sodium

Comme pour l'ion K^+ , on a fait recours à la gravimétrie pour déterminer la teneur en ion sodium. La formule suivante a été utilisée :

$$\text{Na}^+ = \frac{23.m_p}{Mmp}$$

$$C_{\text{Na}^+} = \frac{m_{\text{Na}^+}}{V}$$

2.2.1.7. Identification et la détermination de la teneur en phosphore

1. Identification du phosphore

Le phosphore se présente dans la nature surtout sous forme de phosphorites : $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, d'apatite : $3\text{Ca}_3(\text{PO})_2$. Pour identifier le phosphore, on procède de la manière suivante :

- Prendre 1 g de la plante séchée et l'introduire dans quelque ml de HNO_3 . La formation des vapeurs nitreuses et d'acide ortho phosphorique signifie la présence de phosphore.

2. Détermination de la concentration du phosphore (P)

❖ Réactifs

- Solution NaOH 1N
- Solution de bleu de méthylène comme indicateur coloré.

❖ Mode opératoire

Dans un Erlen meyer introduire 5 ml du filtrat

- ✓ Ajouter 5 ml de la solution de HCl 1N et 3 gouttes de bleu de méthylène ;
- ✓ Titrer par la solution de NaOH jusqu'au début de l'apparition de la coloration vert clair ;

- ✓ La teneur en phosphore en % est donnée par la formule :

$$\%P = \frac{DV.MrP}{100}$$

- C = 10. %P. Y
- %P = Pourcentage de phosphore ;
- DV = La différence des volumes entre NaOH et HCl ;
- Mrp = Masse atomique relative du phosphore ;

2.2.1.8. Dosage de protéine

2.2.1.9. Dosage de glucide

2.3. TRAITEMENT STATISTIQUE INTERPRETATION DES DONNEES

Le calcul des paramètres statistiques de nos données a été fait au moyen de Macro – utilisateur du logiciel Excel 2013.

2.3.1. Calcul de la moyenne arithmétique

La moyenne arithmétique est calculée selon la formule ci – après :

$$m = \frac{\sum x}{N}$$

m : moyenne arithmétique

N : Taille de l'échantillon ou nombre d'observations

x_i : Observation

2.3.2. Calcul de la variance

$$S_x^2 = \frac{\sum (x_i - X)}{N-1}$$

S_x^2 : Variance

2.3.3. Calcul de l'écart type

L'expression mathématique suivante est appliquée au calcul de l'écart type :

$$S_x = \sqrt{S^2}$$

S_x : écart type;

S_x^2 : Variance

2.3.4. Calcul de « t »

$$t = \frac{m - u}{S / \sqrt{n}}$$

t= le test de student - Fisher

m= moyenne observée

u= moyenne théorique

S_x = écart type

N= nombre de prises d'essai

❖ Critères de décision

Si « t » en valeur absolue, est inférieur à la valeur lue dans la table de « t » pour ddl = n-1, avec le risque α de 5%, la différence n'est pas significative et, dans le cas contraire, elle est significative.

© GSJ

3. RESULTATS

Cette partie est consacré à la présentation des résultats des paramètres physico-chimiques (Fe^{2+} , Fe^{3+} , Ca^{++} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Cl^- , P) dans les feuilles des légumes vendues sur les marchés de Mwene Ditu sont présentés dans les tableaux ci – dessous.

Tableau 1 : Variation de la teneur en Fe^{++} en g% dans les légumes soumis à l'étude

Espèces	Essais		Nombre d'essais								$\bar{X} \pm S\bar{X}$	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E9		
Feuilles de manioc domestique(Caoutu)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Feuilles de manioc de champs (Kampata)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Matembele Bangui	180	179	183	181	180	183	181	180	181	182	181 \pm 1	
Matembele Mbata	178	180	173	172	170	185	186	180	173	177	177,4 \pm 1	
Ngaingai	160	165	158	160	166	150	155	160	169	159	160,2 \pm 0,6	
Nsampu	66,7	64	63	65	62	66	62	64	68	60	64 \pm 2	
Amarante	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Amarante noir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Ce tableau montre que la teneur moyenne en Fe^{++} en g%, dans les feuilles des légumes Soumis à l'étude, est plus élevée dans le Matembele Bangui (181 \pm 1) suivi du Matembele Mbata (177,4 \pm 1), le Ngaingai (160,2 \pm 0,6), Nsampu (64 \pm 2) et les autres légumes ne contiennent pas le Fe^{2+} .

Selon l'analyse statistique, la différence de teneur en Fe^{++} obtenue entre les différentes légumes couplés deux à deux est significative car au seuil de probabilité de 5 % avec d.d.l = 18 le $t_{tab} = 2,1$ est inférieur aux calculés et non significative pour les couples Caoutu- Kampata, Amarante- Kampata et Amarante noire ($t_{cal} \geq t_{tab}$)

Tableau 2 : Variation de la teneur en Fe^{3+} en g% dans les légumes soumis à l'étude.

Espèces	Essais										$\bar{X} \pm S\bar{X}$
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E9	
Feuilles de manioc domestique (Caoutu)	190	180	180	170	170	180	180	180	178	189	178,7± 6
Feuille de manioc de champs (Kampata)	200	206	202	198	199	195	201	200	199	198	199,8±0,4
Matembele Bangui	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Matembele Mbata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ngaingai	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nsampu	111	110	101	106	107	112	111	111	114	130	111,3 ±0,4
Amarante	89,9	89	80	80	80	86	82	89	89	89	86,08± 0,9
Amarante noir	90,4	90	90	90,5	91	89	82	96	90	90	89,8± 0,7

Les données de ce tableau révèle que la teneur moyenne en Fe^{3+} en g% dans les feuilles de légumes étudiés est considérable beaucoup dans le Kampata (199,8±0,4) suivie de Nsampu (111,3 ± 0,4) et Matembele Bangui, Matembele Mbata et le Ngaingai ont des valeurs nulles. D'après l'analyse statistique, l'écart de teneur moyenne en Fe^{++} en g% observée est significatif à la marge d'erreur de 5 % avec d.d.l = 18 car les t_{cal} sont > aux t_{tab} sauf pour les couples Matembele Mbata – Ngaingai – Matembele- Bangui.

Tableau 3 Variation de la teneur en Ca⁺⁺ en g% dans les légumes soumis à l'étude

Espèces	Essais		Nombre d'essais								$\bar{X} \pm S\bar{X}$
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E9	
Feuilles de manioc domestique (Caoutu)	81,2	80	79	81	83	79	71	69	83	82	78,8±8
Feuille de manioc de champs (Kampata)	90,2	90	90	68	70	74	89	80	86	88	82,52 ±11,8
Matembele Bangui	14,7	9	8	9	13	8	8	7	9	9	9,47±0,7
Matembele Mbata	100	100	100	99	99	100	100	99	98	99	99,4±1
Ngaingai	13	12	16	10	9,8	7,8	9,5	13	12	11	11,4±4
Nsampu	10,1	10	10,7	9,7	9,6	10	10	9,6	8,9	8	9,66±9
Amarante	9,0	8	9	2	1	9	9	10	10	8	7,5 ± 0,7
Amarante noir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Il ressort de ce tableau que la teneur moyenne en Ca⁺⁺ dans les feuilles de légumes soumis à l'étude en g% est plus élevée pour le Matembele Mbata soit (99,4±1), suivit respectivement de Kampata (82,52± 11,8), caoutu (77,8 ± 8), Nsampu (9,66 ±9), Matembele Bangui (9,47± 0,7), et Amarante (7,5 ± 0,7).

D'après l'analyse statistique au seuil de risque de 5 % avec d.d.l= 18 les différences observées entre la teneur en Ca⁺⁺ pour les feuilles de légumes de Caoutu , Kampata , amarante , et amarante noir , sont hautement significative car les t_{cal}, sont de loin supérieur aux t_{tab} .Ce qui implique que celui qui consomme plus les feuilles de caoutchouc ,Kampata , amarante et amarante noir ont plus de ca⁺⁺ que celui qui consomme les feuilles de Matembele Bangui , Matembele Mbata et Ngaingai et Nsampu .

Tableau 4 : Variation de la teneur en Mg^{2+} en g % dans les légumes soumis à l'étude

Espèces	Essais		Nombre d'essais									$\bar{X} \pm S\bar{X}$
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E9		
Feuille de manioc domestique (Caoutu)	11	10	13	14	10	10	10	8,9	1	10	9,7 \pm 0,4	
Feuille de manioc (Kampata)	60	64	63	65	62	65	64	68	60	64	63,5 \pm 0,9	
Matembele Bangui	70	70,2	69	63	66	64	73	71	70	70,7	68,63 \pm 0,6	
Matembele Mbata	90	90,1	80,6	70,5	76	89	80,8	90,1	92	90,7	84,98 \pm 8	
Ngaingai	77	77	70	71	65	60	71	70	65	69	69,5 \pm 0,7	
Nsampu	66	66	61	53	52	60	61	63	69	64	61,5 \pm 0,9	
Amarante	91,7	91,6	90	89,1	79,8	89	86,5	90,6	91,1	91,6	89,1 \pm 0,6	
Amarante noir	71,1	69,3	70	71,3	71,3	74,1	70	70	66	65,1	69,25 \pm 6	

Dans ce tableau nous constatons que la teneur moyenne en Mg^{2+} dans les feuilles de légumes soumis à l'étude en g% est plus élevée dans les amarantes (89,1 \pm 0,6), elle est de 84,98 \pm 8 pour le Matembele Mbata. La moyenne la plus basse est observé (9,7 \pm 0,4) pour le Caoutu.

D'après les analyses statistiques au seuil de risque 0,5 % avec d.d.l = 18 les différences observées entre la teneur en Mg^{2+} des feuilles de légumes de Matembele Bangui , Matembele Mbata , Ngaingai , Nsampu , Amarante sont significative car les t_{cal} sont > aux t_{tab} soit 5,8 > 2,10 ; 9,8 > 2,10 ; 8 > 2,10. Ceci montre que la consommation des feuilles de Matembele Bangui, Matembele Mbata, Nsampu, Amarante sont préférables pour Mg^{2+} que Caoutu, Kampata et Amarante Noir.

Tableau 5 : Variation de la teneur en K⁺ en g% dans les légumes soumis à l'étude

Espèces	Essais										$\bar{X} \pm S\bar{X}$
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E9	
Feuille de manioc domestique (Caoutu)	30	41	40	39	31	36	36	36	29	25	34,3±6
Feuille de manioc de champs (Kampata)	70	68	68	70	70	70	70	70	74	90	72±1
Matembele Bangui	9,0	8	9	9	1	9	9	10	10	8	8,2±0,7
Matembele Mbata	9,1	97	97	96	98	95	97	96	95	96	95,0±0,9
Ngaingai	16,1	15	12	10,9	10,9	10,9	99,9	97,8	16	14,9	30,44±0,7
Nsampu	7	7,1	7,3	7,3	7,3	7	7	7,0	8,9	6,1	7,27±0,8
Amarante	6	5	5,1	5,1	6,1	6,4	6,8	6,8	6	6,9	6,2±0,7
Amarante noir	7,9	8	8,1	7,1	7	6,8	6,8	7,9	7,1	8	7,5±0,4

Au regard de ce tableau, la teneur moyenne en K⁺ en g% est plus importante pour Matembele Mbata (95,0 ± 0,9), suivi respectivement de 72,0 ± 1 pour le Kampata ; (34,3 ± 6) pour le Caoutchouc ; (30,44 ± 0,7) pour le Ngaingai et du reste la teneur est inférieure à 10, avec la teneur la plus faible à 6,2 ± 0,4 pour l'amarante noir.

D'après les analyses statistiques au seuil de signification de 5% avec un d.d.l = 18 les différences observés entre la teneur en K⁺ dans les feuilles de Ngaingai et Nsampu est significative car $t_{cal} > t_{tab}$ soit $10,2 > 2,10$ et celle d'Amarante sont aussi significative car $t_{cal} > t_{tab}$ soit $8,5 > 2,10$ et celle de Caoutu et Kampata, Matembele Bangui et Matembele Mbata ne sont pas significatives car $t_{cal} = 0$. Ceci démontre que Ngaingai, Nsampu et Amarante ont plus de K⁺ que les feuilles de Caoutu, Kampata, Matembele Bangui et Matembele Mbata.

Tableau 6 : Variation de la teneur en Na⁺ en g% dans les légumes soumis à l'étude

Espèces	Essais										$\bar{X} \pm S\bar{X}$
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E9	
Feuilles de manioc domestique (Caoutu)	1,7	3	2	2	2	2	3	1	2	2	2,07 \pm 0,6
Feuille de manioc de champs (Kampata)	8,9	9	9	7	6,8	6,8	7	7	7	7	7,55 \pm 2
Matembele Bangui	7	6,8	7	7	7	6,8	6,8	6,5	6	7	6,79 \pm 0,5
Matembele Mbata	6,7	6,2	6,2	6	6,5	6,9	6,8	6,8	6,9	6,1	6,51 \pm 0,5
Ngaingai	7,6	7	7,3	7,6	7,6	7,9	8	8,1	7	7,9	7,6 \pm 1
Nsampu	1	2	3	2	2	1	1	1	1	2	1,6 \pm 0,6
Amarante	36	25	2,5	33	23	32	30	30	40	34	30,8 \pm 2
Amarante noir	4,0	4	4	5	5	6	6	6	6	4	5 \pm 0,9

A la lumière de ce tableau nous constatons que la teneur en Na⁺ en g% est élevée pour les amarantes (30,8 \pm 2), suivi de Ngaingai (7,6 \pm 1) et le Caoutu à la plus basse teneur (1,2 \pm 0,6). D'après les analyses statistiques au seuil de risque de 5% avec un d.d.l = 18 les différences observés entre la teneur Na⁺ des feuilles de Caoutu et Kampata est significative car $t_{cal} > t_{tab}$ soit 9 > 2,10 et celle de Nsampu et Ngaingai est significative $t_{cal} > t_{tab}$ soit 9,5 > 2,10, les Amarantes noirs sont également significative soit 20,6 > 2,10.

Tableau 7: Variation de la teneur en CI en g% dans les légumes soumis à l'étude

Espèces	Essais										$\bar{X} \pm S\bar{X}$
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E9	
Feuille de manioc domestique (Caoutu)	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	$0,76 \pm 0,001$
Feuille de manioc de champs (Kampata)	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	$1,2 \pm 0,006$
Matembele Bangui	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	0,2	$0,21 \pm 0,004$
Matembele Mbata	0,19	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	$0,159 \pm 0,001$
Ngaingai	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	$0,18 \pm 0,002$
Nsampu	0,13	0,1	0,16	0,16	0,16	0,12	0,14	0,14	0,14	0,14	$0,139 \pm 0,002$
Amarante	2,1	0,21	0,20	0,26	0,26	0,26	0,21	0,21	0,21	0,20	$0,412 \pm 0,003$
Amarante noir	2,1	2,6	2,6	2	2	2,8	2,8	2,1	2,1	2,1	$2,32 \pm 0,004$

Les données de ce tableau montre que la teneur en CI en g% est élevée pour les amarantes noirs ($2,32 \pm 0,004$), suivi de Kampata ($1,2 \pm 0,006$) et le reste de teneur est en dessous d'une unité et celle le plus basse est ($0,139 \pm 0,002$) pour le Nsampu.

D'après les analyses statistiques au seuil de risque 5% avec d.d.l = 18 les écarts constatés sont due au hasard car les $t_{cal} = 0 < t_{tab}$.

Tableau 8: Variation de la teneur en Pen g% dans les légumes soumis à l'étude

Espèces	Essais		Nombre d'essais								$\bar{X} \pm S\bar{X}$
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E9	
Feuille de manioc domestique (Caoutu)	6,1	8	8	6	8	8	8	6	10	10	$7,8 \pm 1$
Feuille de manioc de champs (Kampata)	5,3	5	5	6	6	6	6	4	4	4	$5,13 \pm 9$
Matembele Bangui	9,3	9,3	8,9	8,7	6,8	6,7	9	9	9	9,5	$8,6 \pm 6$
Matembele Mbata	9,2	9,6	8,1	8,6	9,1	9,1	9,1	9,93	9,5	9,8	$9,23 \pm 0,2$
Ngaingai	7,7	7,7	7,4	7,6	7	7	7,9	7,7	7,7	7,7	$7,54 \pm 0,7$
Nsampu	8,3	8,3	9,0	9,1	9,1	8,6	8,5	8,5	9,6	9,1	$8,81 \pm 3$
Amarante	8,3	8,3	8,3	8,3	7,79	7,9	6,5	6,5	6,5	7,8	$7,63 \pm 0,4$
Amarante noir	7,9	7	6,8	6	6	7,4	7,4	7,6	7,6	7,7	$7,14 \pm 7$

Dans ce tableau il ressort que la teneur moyenne en phosphore est élevée pour Kampata ($49,7 \pm 0,16$), suivit respectivement par Amarantes noires ($13,44 \pm 7$), Matembele Mbata ($9,08 \pm 0,2$), Nsampu ($8,81 \pm 3$), Matembele Bangui ($8,62 \pm 6$), Amarante ($7,63 \pm 0,4$), Ngaingai ($7,54 \pm 0,7$), Caoutu ($7,0 \pm 1$), la teneur la plus basse. D'après l'analyse statistique au seuil de risque 5% avec d.d.l= 18 les différences observées entre la teneur en phosphore dans les feuilles de légumes Caoutu et Kampata t_{cal} est significative soit $3,6 > 2,10$, celle de Matembele Bangui et Matembele Mbata significative $4,1 > 2,10$ et celle de Ngaingai et Nsampu n'est pas significative $t_{cal} = 1$ suivi des Amarantes noirs qui ne sont pas aussi significative.

B. Comparaison des valeurs moyennes des paramètres physico – chimiques des légumes selon le moment de cueillette soit le jour même et plus un jour en g%

Tableau 9 : Variation de la teneur en Fe²⁺ selon la période de cueillette en g%

Espèces	Période ou moment de cueillette		Test t	Signification
	Même jour	Plus un jour		
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$		
Caoutu	-	-	-	-
Kampata	-	-	-	-
Matembele Bangui	181 ± 0,01	176,1 ± 0,06	85,9	S
Matembele Mbata	177 ± 0,001	165,7 ± 0,03	12,5	S
Ngaingai	160,2 ± 0,006	142,5 ± 0,07	30,6	S
Nsampu	64 ± 2	63,03 ± 0,4	1,90	NS
Amarante	-	-	-	-
Amarante noir	-	-	-	-

Ce tableau montre que la teneur en Fe²⁺ en g% est plus élevée dans les légumes cueillie le même jour dont Matembele Bangui avec (181± 0,01) Matembele Mbata (177±0,001), Ngaingai plus faible pour Nsampu seulement Matembele Bangui et Matembele Mbatre qui ont des teneurs élevé dans plus un jour. Ce qui explique la consommation des légumes cueillie le même jour est préférable car ils contiennent encore beaucoup plus de Fe²⁺ que dans les légumes de plus un jour

Tableau 10 : Variation de la teneur en Fe³⁺ selon la période de cueillette en g%

Espèces	Période ou moment de cueillette		Test t	Signification
	Même jour	Plus un jour		
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$		
Caoutu	178,7 ± 0,006	171 ± 0,04	77	S
Kampata	199,8 ± 0,004	200 ± 0,006	33,3	S
Matembele Bangui	-	-	-	-
Matembele Mbata	-	-	-	-
Ngaingai	-	-	-	-
Nsampu	111,3 ± 0,004	110,7 ± 0,05	60	S
Amarante	86,08 ± 0,009	86,12 ± 0,004	40	S
Amarante noir	89,8 ± 0,07	86,12 ± 0,001	1,02	NS

A la lumière de ce tableau, nous remarquons que la teneur de Fe³⁺ en g% est plus élevée dans les légumes cueillie le même jour à l'exception de Kampata qui est plus élevé dans plus un jour avec (200 ± 0,006), suivies de Caoucouc, Nsampu pour les légumes de même jour et faible dans les Amarantes de plus un jour. Ceci montre que les feuilles de Kampata sont préférables dans plus un jour de la cueillette.

Tableau 11 : Variation de la teneur en Ca⁺ selon la période de cueillette en g%

Substances	Période ou moment de cueillette		Test t	Signification
	Même jour	Plus un jour		
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$		
Caoutu	78,8 ± 8	7 ± 0,0001	27,8	S
Kampata	82,52 ± 11,8	80,01 ± 0,009	0,65	NS
Matembele Bangui	9,47 ± 0,007	125,2 ± 4	89,8	S
Matembele Mbata	99,4 ± 1	9 ± 0,0002	28,7	S
Ngaingai	11,4 ± 4	100,7 ± 0,4	76,9	S
Nsampu	9,66 ± 9	56,1 ± 0,004	16	S
Amarante	7,5 ± 0,7	2,5 ± 0,0006	2,7	S
Amarante noir	9	6,24 ± 0,003	2,7	S

La lecture de ce tableau montre que la cotation de moyenne en Ca^+ en g% des légumes cueillie le même jour et de plus un jour pour toutes les substances, Matembele Bangui occupe la tête avec $125,2 \pm 4$ suivies respectivement de Ngaingai $100,7 \pm 0,4$ que les Amarantes noirs occupent la dernière position avec $6,24 \pm 0,003$. Ce qui implique que le taux de Ca^+ est plus élevé dans Matembele Bangui et Ngaingai de plus un jour. Ceci revient à dire que celui qui consomme beaucoup plus les feuilles de Matembele Bangui, et Ngaingai d'un jour à plus de Ca^+ que celui qui consomme ses feuilles cueillie le même jour.

Tableau 12 : Variation de la teneur en Mg^{2+} selon la période de cueillette en g%

Espèces	Période ou moment de cueillette		Test t	Signification
	Même jour	Plus un jour		
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$		
Caoutu	$9,7 \pm 0,4$	$1,2 \pm 0,6$	13,2	S
Kampata	$63,5 \pm 0,9$	$7,1 \pm 0,3$	29,6	S
Matembele Bangui	$8,2 \pm 0,6$	$8,8 \pm 0,6$	0	NS
Matembele Mbata	$84,98 \pm 8$	$8,04 \pm 0,9$	33,5	S
Ngaingai	$69,5 \pm 0,7$	$14,97 \pm 1$	5,6	S
Nsampu	$61,5 \pm 0,9$	$6,29 \pm 0,2$	24,5	S
Amarante	$89,1 \pm 0,6$	$6,66 \pm 0,4$	13,7	S
Amarante noir	$69,2 \pm 6$	$71,4 \pm 7$	6,8	S

A l'issu de ce tableau remarquons que la moyenne en Mg^{2+} en g% des légumes cueillie le même jour sont plus élevé pour toutes les substances à l'exception d'amarante noir qui à la moyenne de $71,4 \pm 7$ dans plus un jour.

Tableau 13 : Variation de la teneur en K^+ selon la période de cueillette en g%

Substances	Période ou moment de cueillette		Test t	Signification
	Même jour	Plus un jour		
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$		
Caoutu	$34,3 \pm 6$	$1,2 \pm 0,6$	6,3	S
Kampata	72 ± 1	$7,1 \pm 0,3$	32,1	S
Matembele Bangui	$8,2 \pm 0,7$	$8,8 \pm 0,6$	6,4	S
Matembele Mbata	$95,0 \pm 0,9$	$8,04 \pm 0,9$	41	S
Ngaingai	$30,44 \pm 0,7$	$14,97 \pm 1$	26,07	S
Nsampu	$7,27 \pm 0,8$	$6,29 \pm 0,2$	1,19	NS
Amarante	$6,2 \pm 0,7$	$6,66 \pm 0,4$	0,73	NS
Amarante noir	$7,5 \pm 0,4$	$71,5 \pm 7$	6,3	S

A la lumière de ce tableau, nous remarquons que la teneur en K^+ en g% est plus élevée dans les légumes cueillie le même jour à l'exception des amarantes noirs qui est plus élevé dans plus un jour avec ($71,5 \pm 7$), suivies de Matembele Mbata, Kampata, Caoutu, Ngaingai pour les légumes de même jour et plus faible dans le Caoutu de plus un jour. Ceci montre que les feuilles de Matembele Mbata, Kampata, Caoutu, Ngaingai sont préférables dans plus un jour de la cueillette.

Tableau 14 : Variation de la teneur en Na⁺ selon la période de cueillette en g%

Espèces	Période ou moment de cueillette		Test t	Signification
	Même jour	Plus un jour		
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$		
Caoutu	2,07 ± 0,06	1,16 ± 0,6	2,07	NS
Kampata	7,55 ± 0,2	8,04 ± 0,5	5,4	S
Matembele Bangui	6,79 ± 0,5	7,1 ± 0,1	2,6	S
Matembele Mbata	6,51 ± 0,5	6,05 ± 0,7	2,3	S
Ngaingai	7,6 ± 1	6,7 ± 3	1,5	NS
Nsampu	1,6 ± 0,6	1,16 ± 0,1	2,75	S
Amarante	30,8 ± 2	2,92 ± 0,05	44,4	S
Amarante noir	5 ± 0,9	3,98 ± 3	1,5	NS

Au regard de ce tableau, nous constatons que la teneur de Na⁺ en g% est plus élevée dans les feuilles d'amarante cueillie le même jour avec 30,8 ± 2 tandis que Kampata, Matembele Bangui ont des teneurs élevées dans plus un jour.

Tableau 15 : Variation de la teneur en Cl⁻ selon la période de cueillette en g%

Espèces	Période ou moment de cueillette		Test t	Signification
	Même jour	Plus un jour		
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$		
Caoutu	0,76 ± 0,1	1,47 ± 0,04	37,4	S
Kampata	1,2 ± 0,6	4,12 ± 0,06	17,1	S
Matembele Bangui	0,21 ± 0,4	0,16 ± 0,009	0,41	NS
Matembele Mbata	0,159 ± 0,01	0,14 ± 0,001	0,017	NS
Ngaingai	0,18 ± 0,0022	0,18 ± 0,007	0	NS
Nsampu	0,139 ± 0,0022	0,16 ± 0,005	23,3	S
Amarante	0,412 ± 0,003	0,15 ± 0,009	1,37	NS
Amarante noir	2,32 ± 0,004	1,63 ± 0,01	36,2	S

A l'issue de ce tableau nous remarquons que la moyenne en Cl⁻ en g% des légumes cueillie le même jour est élevée l'amarante noir qui a la moyenne de 2,32 ± 0,004 dans et 1,63 ± 0,01 dans plus un jour suivi de 1,47 ± 0,04 pour le Caoutu.

Tableau 16 : Variation de la teneur en P⁻ selon la période de cueillette en g%

Espèces	Période ou moment de cueillette		Test t	Signification
	Plus un jour	Même jour		
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$		
Caoutu	7, 8 ± 1	6, 14 ± 0,5	10,3	S
Kampata	5, 13 ± 9	4, 97 ± 0,4	0,05	NS
Matembele Bangui	8, 6 ± 6	9, 48 ± 0,2	0,47	NS
Matembele Mbata	9, 23 ± 0,2	6, 77 ± 1	9,84	S
Ngaingai	7, 54 ± 0,7	6, 85 ± 0,4	7,18	S
Nsampu	8, 81 ± 3	7, 97 ± 9	0,43	NS
Amarante	7, 63 ± 0,4	7, 58 ± 0,1	0,55	NS
Amarante noir	7, 14 ± 7	7, 29 ± 3	0,11	NS

A la lumière de ce tableau, nous remarquons que la teneur en P⁻ en g% est plus élevée dans les légumes cueillie dans plus un jour pour Matembele Bangui avec la moyenne de 9, 48 ± 0,2, suivi de Matembele Mbata le même 9, 23 ± 0,2 et plus faible dans le Kampata de plus un jour 4, 97 ± 0,4.

Tableau 17 : Variation de la teneur en Protéine selon la période de cueillette en g%

Espèces	Période ou moment de cueillette	
	Même jour	Plus un jour
Feuille de manioc domestique (Caoutu)	0,99	0,96
Feuille de manioc de champs (Kampata)	0,97	0,92
Matembele Bangui	5,32	4,7
Matembele Mbata	5,36	4,9
Ngaingai	0,4	0,6
Nsampu	20,5	21,4
Amarante	1	1
Amarante noir	1,3	1,2

Ce tableau renseigne que la variation de la teneur en protéine est plus élevé dans les feuilles de Nsampu de plus un jour avec 21,4g% et de 20,5g% dans le Nsampu de même jour suivi de 5, 32 g% de d'amarante de même jour ; la teneur en protéine est plus faible dans les feuilles de manioc de champs de plus un jour avec 0,92 g%. Ce qui explique que les feuilles de Nsampu de plus un jour contiendrais plus de protéine que celles d'un jour.

Tableau 18 : Variation de la teneur en Glucide selon la période de cueillette en g%.

Période ou moment de cueillette	Même jour	Plus un jour
Espèces		
Feuille de manioc domestique (Caoutu)	21,9	25,7
Feuille de manioc de champs (Kampata)	21,2	23,6
Matembele Bangui	11,7	10
Matembele Mbata	11	10,1
Ngaingai	6	3,2
Nsampu	20,9	21,2
Amarante	25,8	17,1
Amarante noir	24,5	16,9

Au vu de ce tableau, nous remarquons que la variation de la teneur en glucide est élevé dans les feuilles de de manioc domestique (Caoutu) et de champs (Kampata) de plus un jour respectivement de 25,7g% dans le Caoutu et 23,6g% dans le Kampata suivi des feuilles de Nsampu qui est aussi élevé dans plus un jour avec 21,2g% celles des amarantes et des amantes noir contient plus de glucide le même jour de la cueillette avec 25,9g% pour les amarantes et 24,5g% pour les amarante noir.

4. DISCUSSION

4.1. Variation des teneurs des légumes soumis à notre étude

Ainsi dans le tableau 1 nous avons constatés que la teneur moyenne en Fe^{++} en g% dans les feuilles des légumes Soumis à l'étude (en g/100) est plus élevée dans le Matembele Bangui (181 ± 1) suivi au Matembele Mbata ($177,4 \pm 1$), le Ngaingai ($160,2 \pm 0,6$) et Nsampu (64 ± 2) et les autres légumes ne contiennent pas le Fe^{2+} .

Selon l'analyse statistique, la différence de teneur en Fe^{++} obtenue entre les différentes légumes couplés deux à deux est significative car au seuil de probabilité de 5 % avec d.d.l = 18 le $t_{tab} = 2,1$ est inférieur aux calculés et non significative pour les couples Caoutu-Kampata, Amarante-Kampata et Amarante noire ($t_{cal} >$ significative t_{tab}).

A ce sujet nos résultats marient ceux d'**Anin Louise OCHO-ANIN (2012)**, indiquent dans son étude sur valeur nutritionnelle des légumes feuilles consommés en Côte d'Ivoire, que les teneurs Fe^{2+} sont plus élevées dans légumes des marchés que celle du site maraîcher. Avec une différence significative entre les teneurs en Fe^{2+} des légumes feuilles au seuil $\alpha = 0,05$ soit l'amarante ($0,65 \pm 0,12$ g / 100 g), la corète Potagère ($1,16 \pm 0,46$ g / 100 g de MS), la célosie ($0,83 \pm 0,31$ g / 100 g) du marché Gouro et la morelle Noire ($1,38 \pm 0,02$ g / 100 g), le caya blanc ($0,73 \pm 0,02$ g / 100 g) du marché abobo-gare ont les teneurs en Fe^{2+} élevées que ceux du site maraîcher.

Les données du tableau 2, ont révèle que la teneur moyenne en Fe^{3+} en g% dans les feuilles de légumes étudiés (g / 100) est considérable beaucoup dans le Kampata ($199,8 \pm 0,4$) suivie de Nsampu ($111,3 \pm 0,4$) et Matembele Bangui, Matembele Mbata et le Ngaingai ont des valeurs nulles.

D'après l'analyse statistique, l'écart de teneur moyenne en Fe^{++} en g% observée est significatif à la marge d'erreur de 5 % avec d.d.l = 18 car les t_{cal} sont $>$ aux t_{tab} sauf pour les couples Matembele Mbata – Ngaingai – Matembele- Bangui.

Nos résultats confirment ceux de **Christophe KOUAME (2007)**, qui avait trouvé que les teneurs en fer des légumes feuilles montrent qu'il y a une différence significative au seuil de 5% entre les l'amarantes (56 mg / 100), la célosie (44 mg / 100), la morelle (74 mg / 100 g), le caya blanc (52 mg / 100 g). Les valeurs en fer mentionnées en comparaison avec celles

obtenues par Singh et al. (2001) (amarante = 7,6 mg), Grubben et al. (2004) (corète = 7,2 mg et célosie = 7,8 mg) et Akubugwo et al. (2007) (morelle = 13,01 mg) montrent beaucoup de différences. Cependant les légumes feuilles sont une bonne source de fer qui pourrait aider au recouvrement d'un problème nutritionnel comme l'anémie et d'autres déficiences en micronutriments (Lyimo et al, 2003; Nangula et al. 2010).

Il ressort dans le tableau 3, que la teneur moyenne en Ca^{++} en g% dans les feuilles de légumes soumis à l'étude (g/100) est plus élevée pour les Matembele Mbata soit ($99,4 \pm 1$), suivit respectivement de Kampata ($82,52 \pm 11,8$), caoutu ($77,8 \pm 8$), Nsampu ($9,66 \pm 9$), Matembele Bangui ($9,47 \pm 0,7$), et Amarante ($7,5 \pm 0,7$).

D'après l'analyse statistique au seuil de risque de 5 % avec d.d.l= 18 les différences observées entre la teneur en Ca^{++} en g% pour les feuilles de légumes de Caoutu , Kampata amarante , et amarante noir , sont hautement significative car les t_{cal} , sont de loin supérieur aux t_{tab} .Ce qui implique que celui qui consomme plus les feuilles de caoutchouc ,Kampata amarante et amarante noir ont plus de Ca^{++} en g% que celui qui consomme les feuilles de Matembele Bangui , Matembele Mbata et Ngaingai et Nsampu.

Nos résultats corroborent ceux de **Anin Louise OCHO-ANIN ATCHIBRI (2010)** qui avait trouvé que les teneurs en calcium des légumes feuilles sont élevés soit (5663 mg /100g de l'amarante, 2260 mg / 100 g de la morelle Noire et 4927 mg / 100 g sont plus élevées et sont significativement différentes. La teneur en calcium de la célosie ne diffère pas significativement. Les données en calcium des légumes feuilles analysés dont l'amarante (2893 mg / 100 g), la morelle (2260 mg / 100 g).

Dans la même idée nos résultats sont proches de celle trouvée par **Odhav et al. (2007)** (2363 mg et 2067 mg) respectivement. Les légumes feuilles ont les teneurs en calcium élevées. Ces concentrations pourraient être liées à l'origine diverse (champs, autres sites maraîchers et jardins) des légumes feuilles. Les légumes feuilles étudiés ont une bonne valeur en calcium. Cela est essentiel car le calcium est un facteur majeur dans l'ossification des os, joue un rôle dans la contraction musculaire, et l'absorption de la vitamine B12 (**Mensah et al, 2008**). Les différences des teneurs en minéraux sont liées à l'origine diverse des légumes feuilles (**Agbo et al. 2009**). Les légumes feuilles présents sur les marchés pourraient provenir d'autres sites, jardins familiaux et de champs.

Dans le tableau 4, nous avons constaté que la teneur moyenne en Mg^{2+} en g% dans les feuilles de légumes soumis à l'étude en g% est plus élevée dans les amarantes ($89,1 \pm 0,6$), elle est de $84,98 \pm 8$ pour le Matembele Mbata. La moyenne la plus basse est observé ($9,7 \pm 0,4$) pour le Caoutu.

D'après les analyses statistiques au seuil de risque 0,5 % avec d.d.l = 18 les différences observées entre la teneur en Mg^{2+} en g% des feuilles de légumes de Matembele Bangui , Matembele Mbata , Ngaingai , Nsampu , Amarante sont significative car les t_{cal} sont $>$ aux t_{tab} soit $5,8 > 2,10$; $9,8 > 2,10$; $8 > 2,10$. Ceci montre que la consommation des feuilles de Matembele Bangui, Matembele Mbata, Nsampu, Amarante sont préférables pour Mg^{2+} en g% que caoutchouc, Kampata et Amarante Noir.

Selon **Odhav et al. (2007)** les teneurs en magnésium sont autant élevées dans les légumes des marchés que celle du site maraîcher, avec 1947 mg / 100 g (amarante) contre 1820 mg / 100 g (amarante du site maraîcher). Les teneurs en magnésium des légumes feuilles montrent qu'il ya une différence significative au seuil de 5% entre les marchés et le site maraîcher. Il n'y a pas de différence significative au niveau de la teneur en magnésium de la morelle du site et le marché Gouro, ainsi la corète Potagère du marché gouro et abobo gare. La morelle (682 mg / 100 g), le caya blanc 1508 mg / 100 g du site maraîcher ont les teneurs en magnésium élevées que celles des marchés. Ces différences sont influencées par les techniques culturales (**Nangula et al. 2010**). Au niveau du site maraîcher, les producteurs utilisent beaucoup l'engrais chimique, quant aux marchés les légumes feuilles pourraient provenir des jardins familiaux, d'autres sites et champs.

Au regard du tableau 5, la teneur moyenne en K^+ en g% est plus importante pour Matembele Mbata ($95,0 \pm 0,9$), suivi respectivement de $72,0 \pm 1$ pour le Kampata ; ($34,3 \pm 6$) pour le Caoutu ; ($30,44 \pm 0,7$) pour le Ngaingai et du reste la teneur est inférieure à 10, avec la teneur la plus faible à $6,2 \pm 0,4$ pour l'amarante noir.

D'après les analyses statistiques au seuil de signification de 5% avec un d.d.l = 18 les différences observés entre la teneur en K^+ en g% dans les feuilles de Ngaingai et Nsampu est significative car $t_{cal} > t_{tab}$ soit $10,2 > 2,10$ et celle d'Amarante sont aussi significative car $t_{cal} > t_{tab}$ soit $8,5 > 2,10$ et celle de Caoutu et Kampata, Matembele Bangui et Matembele Mbata ne sont pas significatives car $t_{cal} = 0$. Ceci démontre que Ngaingai, Nsampu et Amarante ont plus de K^+ que les feuilles de Caoutu, Kampata, Matembele Bangui et Matembele Mbata.

A ce sujet, (Mensah et al. 2008) les teneurs en potassium des légumes feuilles montrent qu'il y a une différence significative au seuil de 5% entre les sites de collectes. Les légumes feuilles sont riches en potassium et c'est au niveau des marchés que les teneurs sont plus élevées (22403 mg / 100 g pour la célosie du marché Abo bogare contre 4477 mg/ 100 g de la célosie du site maraîcher). L'amarante (12861 mg / 100 g), la morelle (9262 mg / 100 g) et le caya blanc (10745 mg /100 g) du marché Gouro et la célosie (22403 mg / 100 g), la corète potagère (6792 mg / 100 g) du marché abobo gare ont les teneurs en potassium élevées que ceux du site. Les légumes feuilles sont une bonne source de potassium, surtout qu'il joue un rôle dans la contraction du muscle squelettique.

A la lumière du tableau 6, nous avons constaté que la teneur en Na^+ en g% est élevée pour les amarantes ($30,8 \pm 2$), suivi de Ngaingai ($7,6 \pm 1$) et le Caoutu à la plus basse teneur ($1,2 \pm 0,6$).

D'après les analyses statistiques au seuil de risque de 5% avec un d.d.l = 18 les différences observées entre la teneur Na^+ des feuilles de Caoutu et Kampata est significative car $t_{\text{cal}} > t_{\text{tab}}$ soit $9 > 2,10$ et celle de Nsampu et Ngaingai est significative $t_{\text{cal}} > t_{\text{tab}}$ soit $9,5 > 2,10$, les Amarantes noirs sont également significative soit $20,6 > 2,10$.

Les données du tableau 7 montre que la teneur en Cl en g% est élevée pour les amarantes noirs ($2,32 \pm 0,004$), suivi de Kampata ($1,2 \pm 0,006$) et le reste de teneur est en dessous d'une unité et celle le plus basse est ($0,139 \pm 0,002$) pour le Nsampu.

D'après les analyses statistiques au seuil de risque 5% avec d.d.l = 18 les écarts constatés sont due au hasard car les $t_{\text{cal}} = 0 < t_{\text{tab}}$.

Dans le tableau 8, il ressort que la teneur moyenne en phosphore est élevée pour Kampata ($49,7 \pm 0,16$), suivit respectivement par Amarantes noires ($13,44 \pm 7$), Matembele Mbata ($9,08 \pm 0,2$), Nsampu ($8,81 \pm 3$), Matembele Bangui ($8,62 \pm 6$), Amarante ($7,63 \pm 0,4$), Ngaingai ($7,54 \pm 0,7$), Caoutchouc ($7,0 \pm 1$), la teneur la plus basse.

D'après l'analyse statistique au seuil de risque 5% avec d.d.l= 18 les différences observées entre la teneur en phosphore dans les feuilles de légumes Caoutu et Kampata t_{cal} est significative soit $3,6 > 2,10$, celle de Matembele Bangui et Matembele Mbata significative

4,1 > 2,10 et celle de Ngaingai et Nsampu n'est pas significative $t_{cal} = 1$ suivi des Amarantes noirs qui ne sont pas aussi significative.

Nos résultats marient ceux de (Agbo et al, 2009). Tous les légumes feuilles contiennent un taux élevé en minéraux. Les teneurs en phosphore de l'amarante (2050 mg / 100 g), la corète potagère (2262mg /100g) et la célosie (1772mg /100 g) du site maraîcher sont plus élevées que celles des marchés et diffèrent significativement. Les teneurs en phosphore de la morelle Noire (2229 mg / 100 g), le caya blanc (2410 mg / 100 g) du marché Abobo gare sont élevées que celles du marché Gouro et site maraîcher.

Nos valeurs en minéraux diffèrent de celles obtenues par Grubben et al. (2004) qui montrent beaucoup de différences (corète = 122 mg, célosie = 43 mg, amarante 66 mg, caya blanc = 111 mg et morelle = 75 mg). Cependant les variations dans la composition minérale sont influencées par les pratiques culturales dans notre milieu.

4.2. Résultats liés à la détermination de teneur dans les légumes selon le moment de cueillette soit le jour même et plus un jour en g%

Le tableau 9 avait montré que la teneur en Fe^{2+} en g% est plus élevée dans les légumes cueillie le même jour dont Matembele Bangui avec $(181 \pm 0,01)$ Matembele Mbatre $(177 \pm 0,001)$, Ngaingai plus faible pour Nsampu seulement Matembele Bangui et Matembele Mbata qui ont des teneurs élevés dans plus un jour. Ce qui explique la consommation des légumes cueillie le même jour est préférable car ils contiennent encore beaucoup plus de Fe^{2+} en g% que dans les légumes de plus un jour

A la lumière du tableau 10, nous avons remarqué que la teneur de Fe^{3+} en g% est plus élevée dans les légumes cueillie le même jour à l'exception de Kampata qui est plus élevée dans plus un jour avec $(200 \pm 0,006)$, suivies de Caoutu, Nsampu pour les légumes de même jour et faible dans les Amarantes de plus un jour. Ceci montre que les feuilles de Kampata sont préférables dans plus un jour de la cueillette.

La lecture du tableau 11, montre que la cotation de moyenne en Ca^{+} en g% des légumes cueillie le même jour et de plus un jour pour toutes les substances, Matembele Bangui occupe la tête avec $125,2 \pm 4$ suivies respectivement de Ngaingai $100,7 \pm 0,4$ que les Amarantes noirs occupent la dernière position avec $6,24 \pm 0,003$. Ce qui implique que le taux de Ca^{+} en g% est plus élevé dans Matembele Bangui et Ngaingai de plus un jour. Ceci revient à dire

que celui qui consomme beaucoup plus les feuilles de Matembele Bangui, et Ngaingai d'un jour à plus de Ca^+ en g% que celui qui consomme ses feuilles cueillie le même jour.

A l'issu du tableau 12, nous avons remarqué que la moyenne en Mg^{2+} en g % des légumes cueillie le même jour sont plus élevé pour toutes les substances à l'exception d'amarante noir qui à la moyenne de $71,4 \pm 7$ dans plus un jour.

A la lumière du tableau 13, nous avons remarqué que la teneur en K^+ en g% est plus élevée dans les légumes cueillie le même jour à l'exception des amarantes noirs qui est plus élevé dans plus un jour avec ($71,5 \pm 7$), suivies de Matembele Mbata, Kampata, Caoutu, Ngaingai pour les légumes de même jour et plus faible dans le Caoutu de plus un jour. Ceci montre que les feuilles de Matembele Mbata, Kampata, Caoutu, Ngaingai sont préférables dans plus un jour de la cueillette.

Au regard du tableau 14, nous constaté que la teneur de Na^+ en g% est plus élevée dans les feuilles d'amarante cueillie le même jour avec $30,8 \pm 2$ tandis que Kampata, Matembele Bangui ont des teneurs élevé dans plus un jour.

A l'issu du tableau 15, nous avons remarqué que la moyenne en Cl^- en g % des légumes cueillie le même jour est élevé l'amarante noir qui à la moyenne de $2,32 \pm 0,004$ dans et $1,63 \pm 0,01$ dans plus un jour suivi de $1,47 \pm 0,04$ pour le Caoutu.

A la lumière du tableau 16, nous avons remarqué que la teneur en P^- en g% est plus élevée dans les légumes cueillie dans plus un jour pour Matembele Bangui avec la moyenne de $9,48 \pm 0,2$, suivi de Matembele Mbatre le même $9,23 \pm 0,2$ et plus faible dans le Kampata de plus un jour $4,97 \pm 0,4$.

Dans le tableau 17, la variation de la teneur en protéine est plus élevé dans les feuilles de Nsampu de plus un jour avec 21,4g% et de 20,5g% dans le Nsampu de même jour suivi de 5,32 g% de d'amarante de même jour ; la teneur en protéine est plus faible dans les feuilles de manioc de champs de plus un jour avec 0,92 g%. Ce qui explique que les feuilles de Nsampu de plus un jour contiendrais plus de protéine que celles d'un jour. Ces résultats corroborent ceux d'**Anin Louise et al, (2012)** qui ont trouvé que l'analyse statistique des teneurs en protéine montre qu'ils sont significativement différents au seuil de 5%. Les taux sont plus élevés au niveau des marchés que ceux du site maraîcher. L'amarante (37,21%), la corète potagère (32,18%) et la célosie (34,25%) du marché Abobo Gare, la morelle Noire

(37,5%) du marché Gouro ont les concentrations plus élevées que celles du site. Néanmoins le caya blanc (37,17%) du site a la teneur la plus élevée comparativement à celui des marchés. Les données obtenues indiquent également que les légumes feuilles sont une bonne source de protéine.

En effet, **Sheetal et al. (2005)** ont montré que les légumes feuilles tropicaux sont riches en protéines et peuvent contribuer à assurer la sécurité alimentaire des populations pauvres. Ils peuvent aussi constituer de par leur composition, un complément appréciable de calories, de vitamines, de fibres, de sels minéraux et de protéines dans l'alimentation (**Jansen et al, 2004**). L'utilisation de l'engrais azoté lors de la production influence la teneur en protéine (**Agbo et al. 2009**).

Le tableau, nous remarquons que la variation de la teneur en glucide est élevé dans les feuilles de de manioc domestique (Caoutu) et de champs (Kampata) de plus un jour respectivement de 25,7g% dans le Caoutu et 23,6g% dans le Kampata suivi des feuilles de Nsampu qui est aussi élevé dans plus un jour avec 21,2g% celles des amarantes et des amantes noir contient plus de glucide le même jour de la cueillette avec 25,9g% pour les amarantes et 24,5g% pour les amarante noir. Nos résultats sont inférieurs à ceux trouver par **Anin Louise et al, (2012)** qui ont trouvé dans leur étude que Les légumes feuilles sont de bonnes sources de glucide (sucres totaux et réducteurs) avec des teneurs comprises entre 64 et 136 mg /100 g de MS pour les sucres réducteurs et 443 à 1381 mg / 100 g de MS pour les sucres totaux.

5. CONCLUSION

Notre étude intitulé « **Etude comparative des paramètres physico-chimiques des légumes vendues sur les marchés de Mweneditu** » avait comme objectif d'aider nos populations à améliorer, tant soit peu, leur niveau d'alimentation, en procédant à la détermination des propriétés organoleptiques et des principes nutritifs majeurs des légumes feuillent consommés à Mweneditu.

Le contre analytique basé sur la détermination des indices chimiques et physiques caractéristiques des légumes (Fe^{2+} , Fe^{3+} , Ca^{++} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Cl^- , P), nous ont permis de comparé les données théoriques de quelques légumes aux résultats que nous avons obtenus – ci-dessous :

❖ Fe^{2+} :

La teneur moyenne en Fe^{++} en g%, dans les feuilles des légumes Soumis à l'étude, est plus élevée dans le Matembele Bangui (181 ± 1) suivi du Matembele Mbata ($177,4 \pm 1$), le Ngaingai ($160,2 \pm 0,6$), Nsampu (64 ± 2) et les autres légumes ne contiennent pas le Fe^{2+} . la différence de teneur en Fe^{++} obtenue entre les différentes légumes couplés deux à deux est significative car au seuil de probabilité de 5 % avec d.d.l = 18 le $t_{tab} = 2,1$ est inférieur aux calculés et non significative pour les couples Caoutu- Kampata, Amarante-Kampata et Amarante noire ($t_{cal} \geq t_{tab}$)

❖ Fe^{3+} :

La teneur moyenne en Fe^{3+} en g% dans les feuilles de légumes étudiés est considérable beaucoup dans le Kampata ($199,8 \pm 0,4$) suivie de Nsampu ($111,3 \pm 0,4$) et Matembele Bangui, Matembele Mbata et le Ngaingai ont des valeurs nulles. l'écart de teneur moyenne en Fe^{++} en g% observée est significatif à la marge d'erreur de 5 % avec d.d.l = 18 car les t_{cal} sont > aux t_{tab} sauf pour les couples Matembele Mbata – Ngaingai – Matembele- Bangui.

❖ Ca^{++}

La teneur moyenne en Ca^{++} dans les feuilles de légumes soumis à l'étude en g% est plus élevée pour le Matembele Mbata soit ($99,4 \pm 1$), suit respectivement de Kampata

($82,52 \pm 11,8$), caoutu ($77,8 \pm 8$), Nsampu ($9,66 \pm 9$), Matembele Bangui ($9,47 \pm 0,7$), et Amarante ($7,5 \pm 0,7$). les différences observées entre la teneur en Ca^{++} pour les feuilles de légumes de Caoutu , Kampata , amarante , et amarante noir , sont hautement significative car les t_{cal} , sont de loin supérieur aux t_{tab} .Ce qui implique que celui qui consomme plus les feuilles de caoutchouc ,Kampata , amarante et amarante noir ont plus de Ca^{++} que celui qui consomme les feuilles de Matembele Bangui , Matembele Mbata et Ngaingai et Nsampu .

❖ Mg^{2+}

La teneur moyenne en Mg^{2+} dans les feuilles de légumes soumis à l'étude en g% est plus élevée dans les amarantes ($89,1 \pm 0,6$), elle est de $84,98 \pm 8$ pour le Matembele Mbata. La moyenne la plus basse est observé ($9,7 \pm 0,4$) pour le Caoutu. Les différences observées entre la teneur en Mg^{2+} des feuilles de légumes de Matembele Bangui, Matembele Mbata, Ngaingai, Nsampu, Amarante sont significative car les t_{cal} sont $>$ aux t_{tab} soit $5,8 > 2,10$; $9,8 > 2,10$; $8 > 2,10$. Ceci montre que la consommation des feuilles de Matembele Bangui, Matembele Mbata, Nsampu, Amarante sont préférables pour Mg^{2+} que Caoutu, Kampata et Amarante Noir.

❖ K^+

La teneur moyenne en K^+ en g% est plus importante pour Matembele Mbata ($95,0 \pm 0,9$), suivi respectivement de $72,0 \pm 1$ pour le Kampata ; ($34,3 \pm 6$) pour le Caoutchouc ; ($30,44 \pm 0,7$) pour le Ngaingai et du reste la teneur est inférieur à 10, avec la teneur la plus faible à $6,2 \pm 0,4$ pour l'amarante noir. Les différences observés entre la teneur en K^+ dans les feuilles de Ngaingai et Nsampu est significative car $t_{\text{cal}} > t_{\text{tab}}$ soit $10,2 > 2,10$ et celle d'Amarante sont aussi significative car $t_{\text{cal}} > t_{\text{tab}}$ soit $8,5 > 2,10$ et celle de Caoutu et Kampata, Matembele Bangui et Matembele Mbata ne sont pas significatives car $t_{\text{cal}} = 0$. Ceci démontre que Ngaingai, Nsampu et Amarante ont plus de K^+ que les feuilles de Caoutu, Kampata, Matembele Bangui et Matembele Mbata.

❖ Na^+

La teneur en Na^+ en g% est élevée pour les amarantes ($30,8 \pm 2$), suivi de Ngaingai ($7,6 \pm 1$) et le Caoutu à la plus basse teneur ($1,2 \pm 0,6$). Les différences observés entre la teneur Na^+ des feuilles de Caoutu et Kampata est significative car $t_{\text{cal}} > t_{\text{tab}}$ soit $9 > 2,10$ et celle de

Nsampu et Ngaingai est significative $t_{cal} > t_{tab}$ soit $9,5 > 2,10$, les Amarantes noirs sont également significative soit $20,6 > 2,10$.

❖ Cl⁻

La teneur en Cl⁻ en g% est élevée pour les amarantes noirs ($2,32 \pm 0,004$), suivi de Kampata ($1,2 \pm 0,006$) et le reste de teneur est en dessous d'une unité et celle le plus basse est ($0,139 \pm 0,002$) pour le Nsampu. Les analyses statistiques au seuil de risque 5% avec d.d.l = 18 les écarts constatés sont due au hasard car les $t_{cal} = 0 < t_{tab}$.

❖ P

la teneur moyenne en phosphore est élevée pour Kampata ($49,7 \pm 0,16$), suivit respectivement par Amarantes noires ($13,44 \pm 7$), Matembe Mbata ($9,08 \pm 0,2$), Nsampu ($8,81 \pm 3$), Matembe Bangui ($8,62 \pm 6$), Amarante ($7,63 \pm 0,4$), Ngaingai ($7,54 \pm 0,7$), Caoutu ($7,0 \pm 1$), la teneur la plus basse. Les différences observées entre la teneur en phosphore dans les feuilles de légumes Caoutu et Kampata t_{cal} est significative soit $3,6 > 2,10$, celle de Matembe Bangui et Matembe Mbata significative $4,1 > 2,10$ et celle de Ngaingai et Nsampu n'est pas significative $t_{cal} = 1$ suivi des Amarantes noirs qui ne sont pas aussi significative.

5.2. Résultats liés à la détermination de teneur dans les légumes selon le moment de cueillette soit le jour même et plus un jour en g/100

La teneur en Fe²⁺ en g% est plus élevée dans les légumes cueillie le même jour dont Matembe Bangui avec ($181 \pm 0,01$) Matembe Mbata ($177 \pm 0,001$), Ngaingai plus faible pour Nsampu seulement Matembe Bangui et Matembe Mbata qui ont des teneurs élevé dans plus un jour.

La teneur de Fe³⁺ en g% est plus élevée dans les légumes cueillie le même jour à l'exception de Kampata qui est plus élevé dans plus un jour avec ($200 \pm 0,006$), suivies de Caoutu, Nsampu pour les légumes de même jour et faible dans les Amarantes de plus un jour.

La cotation de moyenne en Ca⁺ en g% des légumes cueillie le même jour et de plus un jour pour toutes les substances, Matembe Bangui occupe la tête avec $125,2 \pm 4$ suivies respectivement de Ngaingai $100,7 \pm 0,4$ que les Amarantes noirs occupent la dernière

position avec $6, 24 \pm 0,003$. Ce qui implique que le taux de Ca^+ en g % est plus élevé dans Matembele Bangui et Ngaingai de plus un jour.

La moyenne en Mg^{2+} en g % des légumes cueillie le même jour sont plus élevé pour toutes les substances à l'exception d'amarante noir qui à la moyenne de $71, 4 \pm 7$ dans plus un jour.

La teneur en K^+ en g% est plus élevée dans les légumes cueillie le même jour à l'exception des amarantes noirs qui est plus élevé dans plus un jour avec $(71,5 \pm 7)$, suivies de Matembele Mbata, Kampata, Caoutu, Ngaingai pour les légumes de même jour et plus faible dans le Caoutu de plus un jour.

La teneur de Na^+ en g% est plus élevée dans les feuilles d'amarante cueillie le même jour avec $30, 8 \pm 2$ tandis que Kampata, Matembele Bangui ont des teneurs élevé dans plus un jour.

La moyenne en Cl^- en g % des légumes cueillie le même jour est élevé l'amarante noir qui à la moyenne de $2, 32 \pm 0,004$ dans et $1,63 \pm 0,01$ dans plus un jour suivi de $1,47 \pm 0,04$ pour le Caoutu.

La teneur en P^- en g% est plus élevée dans les légumes cueillie dans plus un jour pour Matembele Bangui avec la moyenne de $9, 48 \pm 0, 2$, suivi de Matembele Mbata le même $9, 23 \pm 0, 2$ et plus faible dans le Kampata de plus un jour $4, 97 \pm 0, 4$.

La teneur en protéine est plus élevé dans les feuilles de Nsampu de plus un jour avec 21,4g% et de 20,5g% dans le Nsampu de même jour suivi de 5, 32 g% de d'amarante de même jour ; la teneur en protéine est plus faible dans les feuilles de manioc de champs de plus un jour avec 0,92 g%.

La teneur en glucide est élevé dans les feuilles de de manioc domestique (Caoutu) et de champs (Kampata) de plus un jour respectivement de 25,7g% dans le Caoutu et 23,6g% dans le Kampata suivi des feuilles de Nsampu qui est aussi élevé dans plus un jour avec 21,2g% celles des amarantes et des amantes noir contient plus de glucide le même jour de la cueillette avec 25,9g% pour les amarantes et 24,5g% pour les amarante noir.

6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Adu-Dupanah H. K., 2009**, Les feuilles de niébé se mangent aussi. Spore CTA, Wageningen, 51, 963 Pages.

2. **Adjatin, 2006)** : Contribution à l'étude de la diversité des légumes feuilles traditionnels consommés dans le département de l'Atacora (Bénin). Mémoire. DEA, Université d'Abomey-Calavi, 61 Page.
3. **Afolayan et Jimoh (2009)**: Nutritional quality of some wild leafy vegetables in South Africa. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 60(5): 424–431 Pages.
4. **Agbo et al. (2009)** : Nutritional importance of Indigenous Leafy Vegetables in Côte d'Ivoire. *Acta Hort.* 806, ISHS, 1 : 361366
5. **Amos dovoedo (2012)** : Unité de Recherche en Génie Enzymatique et Alimentaire (URGEA), Laboratoire d'Etude et de Recherche en Chimie Appliquée (LERCA), Département de Génie de Technologie Alimentaire, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 2009, Cotonou, Bénin
6. **Anin Louise Ocho-Anin Atchibri et Al (2012)** : Valeur nutritionnelle des légumes feuilles consommés en Côte d'Ivoire, Université d'Abobo-Adjamé, UFR des Sciences et Technologies des Aliments (Côte d'Ivoire). Laboratoire de Nutrition et de Sécurité Alimentaire (LANUSA) 02 BP 801 Abidjan 02
7. **Assogba Komlan et al. (2006)** : Pratiques culturelles et teneur en éléments anti nutritionnels (nitrates et pesticides) du *Solanum macrocarpum* au sud du Bénin. *Ajfang Online*, 7(4): 1-21.
8. **Avallone et al, (2007)** : Home-processing of the dishes constituting the main sources of micronutrients in the diet of preschool children in rural Burkina Faso. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 58: 108–115
9. **Bajissaga Maba (2007)** Identification des éléments nutritifs majeurs limitant et des stratégies appropriées de fertilisation sans culture de Maïs dans l'ogou – Est de la région de plateaux, Mémoire en vue de l'obtention du grade d'Ir Agronome, Ecole supérieur d'Agronomie, Lomé ;
10. **Bienvenu KPEKI (2008)**, Ethnicité, taxonomie locale et distribution géographique de quatre espèces de légumes feuilles traditionnels au Bénin : *Acmella*, *Uliginosa*, *Cerathotheca*, *Sesamoïdes*, *Justiciatenella* et *sesamum radiatum*. Faculté des Sciences agronomiques (Université d'Abomey Calavi – Diplôme d'Ingénieur Agronome.
11. **Caroline Lebecq (2002)**. Travaux scientifiques récents, concernant les *Hibiscus esculentus*, *mutabilis*, *rosa sinensis*, *sabdariffa* et *syriacus* (Malvacées), Thèse,
12. **C. Tchiégang & KITIKIL Aissatou (2004)**. Données ethno nutritionnelles et caractéristiques physico-chimiques des légumes-feuilles consommés dans la savane de l'adamaoua (Cameroun) ; *Tropicultura*, 22,1 – 1118 Pages.

13. **Daddy MUTSHIPAYI (2015)**, Haricots quels sont les zones favorables à cette culture et que faire pour une bonne récolte.
14. **Dictionnaire Français** : 14800 Citations, proverbes et dictons ;
15. **Eric Tollens (2003)**, l'état de la sécurité alimentaire en R.D.Congo : Diagnostic et perspective, Février, Willem de Causlan 42, B – 3001. Leuven – Belgium ;
16. **FAO (2009)**, Etude de cas de la dynamique du Maraîchage Péri – Urbain en Afrique Sub – Saharienne ;
17. **Itoua Okouango Y. S et Al (2015)** : Évaluation de la consommation et de la composition nutritionnelle des légumes-feuilles de *Phytolacca dodecandra* L'Herit consommés par les populations originaires des districts d'Owando et de Makoua *Journal of Animal & Plant Sciences*, 2015. Vol.27, Issue 1: 4207-4218.
18. **Jin YR, Lee MS et al.(2007)**, In take of vitamin A – rich foods and lung cancer risk in Taiwan : With special reference to garland Chrysanthemum and sweet potato leaf consumption, *Asia pacific Journal of Clinical Nutrition*; 16 : 477-18 Pages
19. **Jansen et al (2004)** :Role of indigenous leafy vegetables in Combatting Hunger and Malnutrition. *South Afr. J. Bot.*, 70(1): 52-59
20. **Mathilde Cause (2015)**, chercheur à l'INRA d'Avignon, production 2011, Emission « Semence Mag. de Campagnes – TV » Février ;
21. **Mensah et al. (2008)** : Phytochemical, nutritional and medical properties of some leafy vegetables consumed by Edo people of Nigeria. *Afric. J. Biot.*, 7(14): 2304-2309.
22. **Mbemba, J.M. et Al (2013)**. Silou. Physical Factures Nutritional Value of the Traditional Picking Vegetables, *cuervea isangiensis* (De wild.) N. hallé in Congo Brazzaville. *Advance Journal of Food Science and Technology* 5(1): 72-76 Pages
23. **Ndianga Cissé (2017)** la culture traditionnelle du Niébé au Sénégal, (Etude de cas), ISRA / CNR, B.P 53, Bombay, Sénégal.
24. **Nangula et al, (2010)** :Nutritional value of leafy vegetables of sub-Saharan Africa and their potential contribution to human health: A review. *J. F. Comp. Anal.*, 23: 499-509.
25. **Odhav et al. (2007)** :Preliminary assessment of nutritional value of traditional leafy vegetables in KwaZulu-Natal, South Africa. *J. F. Comp. Anal.*, 20: 430–435.
26. **Petit Larousse (2017)**, plus de 63 000 mots et 28 000 noms propres ;
27. **Rubaihayo E.B. (2006)**. Contribution des légumes indigènes à la sécurité alimentaire des ménages. *African Crop Science Journal, African Crop Science Conference Proceedings*, 1337-1340 Pages

- 28. Rubaihayo (2006) :** Evaluation de la composition nutritionnelle des légumes feuilles. J. Appl. Biosci., 51: 3567-3573
- 29. Richard, (2007) :** Contribution à la compréhension de la cuisson domestique sous pression de vapeur : Etude expérimentale et modélisation des transferts, de l'évolution de la texture des légumes et du fonctionnement d'un autocuiseur. Thèse. Ecole doctorale, ABIES, 289 p.
- 30. So Sethaputra (2005),** New Model Thai – English Dictionary, Bangkok, Thai Watana Panich,. 20, 357 Pages
- 31. Sheetal et al. (2005):** Analysis of nutrient and antinutrient content of underutilized green leafy vegetables. LWT, 38: 339–345
- 32. Sènan vodouhe et Al (2012) :** Influence du mode de cuisson sur la valeur nutritionnelle de Solanum macrocarpum, Amaranthus hybridus et Ocimum gratissimum, trois légumes feuilles traditionnels acclimatés au Bénin. Département de Nutrition et Sciences Alimentaires, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, BP 269, Cotonou, Bénin.
- 33. Tchiegang et al (2004) :** Données ethnonutritionnelles et caractéristiques physico-chimiques des légumes-feuilles consommés dans la savane de l'Adamaoua (Cameroun). Tropicultura, 22(1): 11-18