

UNIVERSITE DE KISANGANI
FACULTE DES SCIENCES



*Département d'Ecologie et Gestion des
Ressources Animales et Végétales*

**VALEURS NUTRITIONNELLES ET TOXICOLOGIQUES DE
QUELQUES PLANTES ALIMENTAIRES SAUVAGES :**

Aframomum laurentii (De Wild & Th. Dur) K.Schum, *Amaranthus viridis* L., *Cola acuminata* var. *rouge et jaune* (P. Beauv.) Schott & Endl., *Garcinia kola* Heckel, *Gnetum africanum* Welw, *Pentadiplandra brazzeana* Baill, *Pteridium aquilinum*, *Scorodophloeus zenkeri* Harms, *Solanum americanum* Miller et *Synsepalum stipulatum* (Rallk) Engl

CONSOMMEES A KISANGANI ET SES ENVIRONS (RD. Congo)

Par

Basile SOLOMO ELUMBU

DISSERTATION

Présentée en vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes
Approfondies (DEA) en Gestion de la Biodiversité.

Promoteur : **Prof. DHED'A DJAILO (UNIKIS)**

Co-promoteur : **Prof. Ir. Patrick VAN DAMME (U.GENT)**

ANNEE ACADEMIQUE : 2006-2007

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail qui est l'aboutissement d'efforts de plusieurs personnes, il serait ingrat de notre part si nous ignorons les sacrifices consentis par chacune d'entre elles.

A tout seigneur tout honneur, nous rendons tout d'abord grâce à notre créateur le seigneur Jésus-Christ pour avoir créé et de nous avoir accordé santé, force et intelligence pour entreprendre ce travail.

Nous voulons témoigner nos sincères remerciements aux Professeurs **Benoît DHED'A DJAILO** de l'Université de Kisangani et **Ir. Patrick VAN DAMME** respectivement promoteur et co-promoteur de ce travail qui, en dépit de leurs multiples occupations, ont accepté de prendre leur temps envie de l'amélioration de la qualité de ce travail, qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

Notre gratitude s'adresse également au **Professeur ordinaire Léopold NDJELE MIANDA BUNGI**, initiateur de ce DEA qui nous a permis de sortir du long silence de DES.

Le travail scientifique nécessite beaucoup de moyens pour sa réalisation, sans le financement de la Coopération Technique Belge (CTB) et au projet des Plantes Alimentaires Sauvages (PAS), nous ne serions peut être pas arrivé au bout de cette étude. Nous adressons nos sincères remerciements à la CTB et au projet PAS qui ont apporté leur contribution ou les réactifs nécessaire à la finalisation de cette œuvre.

Nous avons une même dette de reconnaissance envers tout le personnel académique, scientifique et administrative de l'Université de Kisangani en général

et de la Faculté des Sciences en particulier que nous prions de trouver ici leur part de remerciement pour avoir contribué d'une manière ou d'une autre à notre formation.

Que tous les professeurs qui ont assuré des enseignements au cours de ce DEA trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

Nous adressons également nos remerciements au **Chef de Travaux TCHATCHAMBE WA BANDOL'AN** pour avoir contribué efficacement à notre formation sans laquelle nous n'aurions pas atteint ce niveau.

Nous ne pouvons passer sous silence tous les Botanistes de la Faculté des Sciences et ceux de Projet PAS qui nous ont accompagnés dans l'identification de toutes les plantes que nous avons récoltées.

Que notre **Papa SOLOMO MANGOLO**, notre **Mère YETE LINGAMBU** ainsi que notre **épouse WENDA BASEKAWIKE** trouvent ici le fruit de leur sacrifice et une stimulation à aller toujours de l'avant.

Que toute notre famille, nos amis et compagnons de lutte trouvent dans ces mots l'expression de notre reconnaissance et nos sincères remerciements.

Nous disons aussi merci particulièrement aux **Assistants Doctorants Brown MONGINDO ETIMOSUNDJA** et **Didy ONAUTSHU ODIMBA** pour m'avoir aidé dans la saisie, les traitements et la réalisation de ce travail.

A tous et à chacun, nous disons sincèrement grand merci.

Basile SOLOMO ELUMBU

RESUME

Une étude sur la valeur nutritive et toxique de quelques légumes sauvages (*Aframomum laurentii*, *Amaranthus viridis*, *Cola acuminata* var. jaune et rouge, *Garcinia kola*, *Gnetum africanum*, *Pentadiplandra brazzeana*, *Pteridium aquilinum*, *Scorodophloeus zenkeri*, *Solanum americanum* et *Synsepalum stipulatum*) a été effectué avant cuisson.

Il ressort de cette étude que ces légumes sauvages peuvent constituer des compléments alimentaires de valeur en ce qui concerne les protéines brutes, les lipides, le calcium, le magnésium, le fer, le phosphore et les vitamines (A, B1, B2, B6 et C).

Les fruits de *Synsepalum stipulatum* est particulièrement riche en protéine brutes (14,65g/100g), lipides (22,8g /100g) et Vitamine A (1,8mg/100). *Aframomum laurentii* est riche en lipides (15,6g/100) magnésium (26,174g/100g), phosphore (8,108g/100g) et Vitamine A (0,896/100g). *Amaranthus viridis* est riche en protéine (11,22g/100g), lipides (11,62g/100g), Vitamine A (0,23g/100g), Vitamine B1 (3,2g/100g) et Vitamine B6 (2,4g/100g). *Cola acuminata* var. jaune est riche en fer (8,375g/100g) et Vitamine A (0,896mg/100g). *Cola acuminata* var. rouge est riche en protéines brutes (7,28g/100g). *Garcinia kola* est riche en Lipides (35,8g/100g), Vitamine B1 (1,6g/100g) et Vitamine B2 (2,325g/100g). *Gnetum africanum* est riche enprotéines (7,10g/100g), en Fer (2,51g/100g), Vitamine B1 (0,70g/100g) et Vitamine B6 (0,5g/100g). *Pentadiplandra brasseana* est riche en protéines (7,1g/100g) et Calcium (0,56g/100g). *Pteridium aquilinum* est riche en lipides (12,6g/100g), Calcium (0,6g/100g), Magnésium (7,71g/100g), Fer (0,67g/100g) et Phosphore (9,47g/100g). *Scorodophloeus zenkeri* est riche en protéines (8,75g/100g de feuilles), Calcium (8,8g/100g d'écorce de tige), Magnésium (6,8g/100g d'écorce de tige), Fer (2,09g/100g de feuille), Vitamine B1 (0,70mg/100g feuille), Vitamine B2 (0,5mg/100g de feuille) et Vitamine B6 (2mg/100g de feuilles). *Solanum americanum* est riche en lipides (6,6g/100g de feuille et 8,33g/100g de fruit), Magnésium (1,78g/100g de feuilles, Fer (0,85g/100g de feuilles), Vitamine A (1,12mg/100g de feuilles) Vitamine B1 (1,07mg/100g de feuille et 1,26mg/100g de fruits), Vitamine B2 (0,56mg/100g de feuilles), Vitamine B6 (0,56mg/100g de fruits) et Vitamine C (44mg/100g de feuille et 22mg/100g de fruits). Cependant, beaucoup de ces plantes contiennent parfois également des substances toxiques (alcaloïdes, tanins, stéroïls et terpènes) ou indésirables (nitrites, nitrates et cyanures).

L'ensemble de ces résultats justifie l'utilisation de ces plantes dans l'alimentation de la population des environs de Kisangani.

SUMMARY

A study on the nutritional and toxic value of some wild plants (*Aframomum laurentii*, *Amaranthus viridis*, *Cola acuminata* var. yellow and red, *Garcinia kola*, *Gnetum africanum*, *Pentadiplandra brazzeana*, *Pteridium aquilinum*, *Scorodophloeus zenkeri*, *Solanum americanum* and *Synsepalum stipulatum*) were carried out before cooking.

It comes out from this study that the wild plants may constitute value food complements with regard to rough proteins, lipids, calcium, magnesium, iron, phosphorus and the vitamins (A, B1, B2, B6 and C).

The fruits of *Synsepalum stipulatum* are particularly rich in rough protein (14,65g/100g), lipids (22,8g /100g) and Vitamin A (1,8mg/100g). *Aframomum laurentii* is rich in lipids (15,6g/100) magnesium (26. 174g/100g), phosphorus (8,108g/100g) and Vitamin A (0,896/100g). *Amaranthus viridis* is rich in protein (11,22g/100g), lipids (11,62g/100g), Vitamin A (0,23g/100), Vitamin B1 (3,2g/100g) and Vitamin B6 (2,4g /100g). *Cola acuminata* var. yellow is rich in iron (8,375g/100g) and Vitamin A (0.896mg/100g). *Cola acuminata* var. red is rich in rough proteins (7,28g/100g). *Garcinia kola* is rich in Lipids (35,8g/100g), Vitamin B1 (1,6g/100g) and Vitamin B2 (2,325g/100g). *Gnetum africanum* is rich in proteins (7,10g/100g), out of Iron (2,51g/100g), Vitamin B1 (0, 70g/100g), and Vitamin B6 (0,5g/100g). *Pentadiplandra brasseana* is rich in proteins (7,1g/100g) and Calcium (0,56g/100g). *Pteridium aquilinum* is rich in lipids (12,6g/100g), Calcium (0,6g/100g), Magnesium (7,71g/100g), Iron (0,67g/100g) and Phosphorus (9,47g/100g). *Scorodophloeus zenkeri* is rich in proteins (8,75g/100g of sheets), Calcium (8,8g/100g of bark of stem), Magnesium (6,8g/100g of bark of stem), Iron (2,09g/100g of sheet), Vitamin B1 (0,70mg/100g sheet), Vitamin B2 (0,5mg/100g of sheet) and Vitamin B6 (2mg/100g of sheets). *Solanum americanum* is rich in lipids (6,6g/100g of sheet and fruit 8,33g/100g), Magnesium (1,78g/100g of sheets, Iron (0,85g/100g of sheets), Vitamin A (1, 12mg/100g of sheets) Vitamin B1 (1, 07mg/100g of sheet and 1,26 fruit mg/100g), Vitamin B2 (0,56mg/100g of sheets), Vitamin B6 (0, 56mg/100g of fruits) and Vitamin C (44mg/100g of sheet and fruit 22mg/100g). Never the less, some of those plants contain also toxic (alkaloid, tank, sterol and terpen) and undesirable substances (nitrite, nitrate and cyanure).

In whole, these results justified the use of these plants in the food of the surroundings population of Kisangani.

TABLE DES MATIERES

Remerciements

Résumé

Summary

INTRODUCTION..... 1

1. PROBLEMATIQUE1

2. HYPOTHESES2

3. OBJECTIFS.....3

4. INTERET.....3

5. TRAVAUX ANTERIEURS.....3

6. SUBDIVISION DU TRAVAIL.....4

CHAPITRE PREMIER : GENERALITES.....5

1.1. LES PLANTES ALIMENTAIRES SAUVAGES.....5

1.2. BREF APERÇU SUR QUELQUES SUBSTANCES NUTRITIVES ET INDESIRABLES CHEZ
LES PLANTES5

1.2.1 Les Protéines6

1.2.2. Les Lipides7

1.2.3. Les Vitamines8

1.2.4. Les Minéraux.....11

1.2.5. Les substances toxiques et leurs effets12

1.2.6. Les groupes phytochimiques13

CHAPITRE DEUXIEME : MATERIEL ET METHODES	16
2.1. MILIEU D'ETUDE.....	16
2.2. MATERIEL VEGETAL	17
2.3. METHODES D'ANALYSES.....	25
2.3.1. Analyse quantitatives.....	26
2.3.1.1. Détermination de l'humidité	26
2.3.1.2. Détermination de l'équivalent acide citrique (MVUNZU, 1981)	26
2.3.1.3. Dosage de lipides	27
2.2.1.4. Dosage de protéines brutes	28
2.2.1.5. Vitamine A et carotènes.....	31
2.2.1.6. Thiamine ou Vitamine B1.	33
2.2. 1.7. Riboflavine ou vitamine B2.	34
2.2.1.8. Pyridoxine ou vitamine B6	36
2.2. 1.9. Dosage de l'acide ascorbique (Vitamine c)	38
2.2.1.10. Détermination des éléments minéraux	40
2.2.1.11. Détermination des cendres (GROEGAERT, 1958)	40
2.2.1.12. Dosage du calcium (Charlot, 1960).....	41
2.2.1.13 Dosage de fer (DESSART et al, 1973)	42
2.2.1.14. Dosage de magnésium (CHARLOT, 1966)	43
2.2.1.15. Dosage de phosphore (CHARLOT, 1966)	45
2.3. Analyses qualitatives	46
2.3.1. Test qualitatif d'oxalate (FEIGL et al, 1966)	46
2.3.2. Test de cyanures (DESSART et JODOGNE, 1973)	47
2.3.3. Test qualitatif pour les nitrates (FRETS et VINZENZ, 1966)	47
2.3.4. Test qualitatif pour le nitrite (DESSART et JODOGNE, 1993)	48
2.4.. Analyse qualitative des groupes phytochimiques	48
2.4.1. Détection des alcaloïdes (WOME, 1985)	48
2.4.2. Détection de Flavonoïdes (WEAST & ROBERT, 1970)	49

2.4.3. Détection des tanins (WEAST & ROBERT, 1970)	50
2.4.5. Détection de stérols et terpènes (WEAST & ROBERT, 1970)	50
CHAPITRE TROISIEME: RESULTATS ET DISCUSSION	51
3.1. LES SUBSTANCES NUTRITIVES	51
3.1.1. Humidité	51
3.1.2. Acide citrique	53
3.1.2. Lipides	55
3.1.3. Protéines	59
3.1.5. Les vitamines	62
3.1.6 Vitamine B1 ou Thiamine	65
3.1.7. Vitamine B2 ou Riboflavine.....	68
3.1.8. Vitamine B6 ou Pyridoxine.	71
3.1.9. La vitamine C ou Acide ascorbique.	73
3.1.6. Les Minéraux	76
3.2. ANALYSE QUALITATIVE DES SUBSTANCES INDESIRABLES ET TOXIQUES	89
CONCLUSION ET SUGGESTIONS	92
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	95

INTRODUCTION

1. PROBLEMATIQUE

La population de Kisangani et ses environs connaissent une pénurie alimentaire. Pourtant, la forêt environnante regorge d'une biodiversité animale et végétale. Plusieurs espèces ligneuses et herbacées interviennent dans l'alimentation humaine. Chez les ligneux, les produits alimentaires sont prélevés chez les individus adultes (par exemple fruit de *Treculia africana* pour les graines, riches en protéine et constituant, un remplaçant potentiel des protéines animales).

Dans la plupart des cas, on consomme les fruits, les graines et les feuilles, soit comme légumes, boissons, condiments, épices ou colorants. Les plantes herbacées sont essentiellement recherchées pour les tubercules et/ou pour les feuilles. En périodes critiques, toutes les plantes susceptibles d'être consommées et qui ne l'étaient pas en temps normal sont recherchées par l'homme pour sa nourriture. Cependant, la connaissance de ces plantes demeure fragmentaire aussi bien sur le plan de leur inventaire systématique, apports nutritifs réels et/ou leur innocuité.

La présence d'une forêt autour de la ville de Kisangani, limite la production alimentaire à celle des poules, chèvres et porcs, laissés en divagation. La pénurie en protéines au niveau de la nutrition est une menace réelle pour la population de Kisangani et les villages autour de la ville. Les résultats d'une enquête sur la perception de la pauvreté menés auprès des communautés de base pour l'ensemble du pays situent le pourcentage de ménages frappés par l'insécurité alimentaire (moins de trois repas par jour) à 92%. Entre 1992 et 2000, l'apport en calories est passé de 2044 à 1514 Kcal/pers/jr. et la baisse dans l'apport en protéines était similaire, passant de 33,8 à 24,3 gr/pers/jr. Pourtant, la biodiversité animale et végétale dans la forêt tropicale, dans toute la région est énorme (plus de 10000 Angiospermes, dont 3000 endémiques), 40 millions de Congolais parmi les plus pauvres dépendent directement de la forêt pour leurs aliments, matériaux, énergie et médicaments (R.D.CONGO, 2006).

La sous-alimentation et la malnutrition restent en Afrique un problème grave puisque, dans beaucoup de régions, la quantité de nourriture produite reste largement déficitaire et ne suffit pas à subvenir aux besoins de la population (MBEMBA *et al.* 1992). Parmi les stratégies de

lutte contre le phénomène de malnutrition, la revalorisation des aliments traditionnels est une politique qui vient à propos. Elle vient au secours de la production alimentaire de nos zones rurales en mettant en exergue les habitudes alimentaires traditionnelles. La recherche scientifique permet de reconnaître la valeur nutritive des aliments traditionnels, leur consommation et leur utilisation pouvant entraîner des conséquences positives sur la santé et l'écodéveloppement de nos zones rurales. (TANDU, 2001).

L'expérience de «GRATEC» (Groupe pour la Recherche sur les Aliments et Ecodéveloppement des Communautés de Base) sur la valorisation de *Psophocapus scandens* (Pois carré africain : Kikalakasa) montre à suffisance qu'il existe suffisamment d'aliments dans nos contrées, mais qu'en même temps, il y a insuffisance alimentaire, surtout protéino-énergétique qui présente un tableau de malnutrition permanente. La revalorisation des aliments traditionnels permet d'investir adéquatement sur les rations alimentaires des communautés de base afin d'équilibrer par un apport ajusté des nutriments (TANDU, 2001).

C'est dans le cadre de l'introduction des Plantes Alimentaires Sauvages (P.A.S) dans l'alimentation humaine que la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani travaille depuis une dizaine d'années et cela, entre autre sur demande des O.N.G. locaux. C'est ainsi que l'analyse chimique des parties consommables s'avère indispensable, car, selon les recherches déjà effectuées à l'Université de Kisangani, parmi ces P.A.S. (Plantes Alimentaires Sauvages), il en existe celles qui possèdent une grande potentialité au niveau de la nutrition, de l'économie des ménages et de la domestication. Cependant, beaucoup de ces plantes, bien que décrites botaniquement ne sont pas encore étudiées chimiquement. C'est dans ce cadre que nous voulons situer ce travail. En effet, la connaissance chimique et la valorisation des plantes alimentaires de cette région vont contribuer à l'amélioration quantitative et qualitative de l'alimentation de cette population en majorité pauvre.

2. HYPOTHESES

Compte tenu de leur utilisation comme aliments par certaines populations, nous supposons que les parties consommables de ces différentes Plantes Alimentaires Sauvages (P.A.S) contiennent des nutriments tels que protéines, vitamines, lipides, glucides et minéraux. En outre, ces nutriments sont parfois associés à des substances indésirables ou toxiques.

Pour un usage alimentaire rationnel et sans risque, les substances nutritives ou toxiques contenues dans ces plantes doivent être identifiées et leurs proportions déterminées quantitativement.

3. OBJECTIFS

Notre étude a comme objectif :

- D'analyser quantitativement les substances nutritives contenues dans les feuilles d'*Amaranthus viridis*, de *Gnetum africanum*, *Pteridium aquilinum*, *Scorodophloeus zenkeri* et de *solanum americanum* ; et aussi dans les fruits d'*Aframomum laurentii*, de *Cola acuminata*, *Garcinia kola*, *Solanum americanum*, et de *Synsepalum stipulatum* ; et enfin dans l'écorce de *Scorodophloeus zenkeri* et les racines de *Phytolacca dodecandra*.
- Analyser qualitativement les substances toxiques et les groupes phytochimiques contenues dans les parties consommables de ces différentes plantes.

Pour cela, l'humidité, les cendres brutes, les matières grasses brutes, les protéines brutes, l'acide citrique, quelques vitamines, les minéraux, les groupes phytochimiques indésirables et quelques substances toxiques seront analysés.

4. INTERET

Ce travail constitue une contribution à la connaissance de la composition chimique des feuilles, fruits et racines de quelques plantes alimentaires sauvages. Ceci permettra pour leur valorisation en vue de leur utilisation rationnelle afin d'améliorer la sécurité alimentaire de la population pauvre de la région de Kisangani.

5. TRAVAUX ANTERIEURS

Le présent travail se situe parmi les travaux qui ont été entrepris pour l'analyse qualitative et quantitative de substances nutritives et indésirables contenues dans les différentes parties des plantes alimentaires sauvages. Nous pouvons citer les travaux de MALAISSE (1997), de ;

MBEMBA *et al.*, (1992) pour la RD Congo en général et de ONYAMBOKO *et al.*(1988, 1992) sur l'analyse chimiques de quelques légumes feuilles cultivés et spontanés de la région de Kisangani et du district de la Tshopo (*Talinum triangulare*, *Cyphostemma adenocaula*, *Cola brunelii* et *Peperomia pellucida*).

6. SUBDIVISION DU TRAVAIL

Hormis l'introduction et la conclusion, ce travail comprend trois chapitres :

- Le premier chapitre est consacré sur les généralités
- Le deuxième chapitre traite de matériel et méthodes
- Le troisième chapitre s'occupe des résultats et discussions.

Enfin, quelques recommandations et suggestions mettront fin à cette étude.

CHAPITRE PREMIER : GENERALITES

1.1. LES PLANTES ALIMENTAIRES SAUVAGES

Nous groupons sous le thème des « Plantes alimentaires sauvages », les espèces spontanées qui servent d'aliment (BOLA *et al.* 1991). Ces plantes font partie des ressources naturelles qui sont les éléments du milieu physique que les hommes et les sociétés utilisent pour satisfaire directement ou indirectement leurs besoins alimentaires, domestiques et monétaires. Elles constituent un capital écologique (MERCOIRE, 1994).

Comme la famine affecte une bonne partie du monde ces dernières années particulièrement en Afrique, les ressources végétales utilisées par les peuples autochtones ont connus un regain d'intérêt. Il a été considéré qu'en recherchant ces plantes, l'on peut augmenter la disponibilité et la qualité des aliments pour l'homme et le bétail. De plus, la pression d'exploitation des forêts a fait craindre le risque de voir ces plantes disparaître avant leur connaissance. C'est pourquoi, Dans beaucoup des sociétés, un bon nombre des plantes alimentaires sont considérées comme les aliments de secours ou de famine (COTTON, 1996).

Dans les études ethnobotaniques récentes réalisées dans trois villages du district de la Tshopo en province Orientale, il a été montré la présence de 41 à 58 P.A.S. par village étudié. Ces P.A.S. sont utilisées soit au niveau du ménage comme nourriture, soit elles sont source de revenu de la famille (TERMOTE *et al.* 2006). Dans ce dernier cas, elles peuvent être une source parfois importante de revenu, comme c'est le cas de Fumbwa (*Gnetum africanum*) très commercialisé vers Kinshasa (BWAMA *et al.* 2007).

1.2. BREF APERÇU SUR QUELQUES SUBSTANCES NUTRITIVES ET INDESIRABLES CHEZ LES PLANTES

Certains légumes feuilles que nous consommons renferment quelques métaux, notamment, le Mg, le Fe, le Ca, le P et le Cu qui sont rencontrés souvent en proportion variables. Ces métaux rendent possibles certaines réactions métaboliques telles que la glycolyse, l'ossification, la phosphorylation. Les légumes peuvent contenir également certaines substances réductrices

comme l'acide ascorbique ou vitamine C et l'acide citrique, des protéines, des lipides ainsi que certaines substances toxiques telles que l'acide cyanhydrique (JOSEPH et FRUTON, 1963).

1.2.1 Les Protéines

Les protéines sont des polyamides à longue chaîne de 2-aminoacides (acides aminés ou aminoacides), des acides alcanoïques portant un groupe amino sur l'atome de carbone adjacent à l'atome de carbone carboxylique. La liaison amide d'une protéine est formée quand le groupe amino d'un 2-aminoacide. La liaison amide entre 2-aminoacides est appelée liaison peptidique (JOHNSON, 2002).

Ce sont des nutriments apportant des radicaux azotés. Leur rôle principal est de constituer les protéines, enzymes qui accomplissent dans l'organisme toutes les fonctions métaboliques (APFELBAUM *et al.*, 2004). A côté de leur rôle secondaire de producteur d'énergie qu'elles partagent avec les graisses et les hydrates de carbone, on reconnaît aux protéines un rôle plus fondamental, celui d'être l'unique source d'azote de tous les constituants azotés de l'organisme (acides nucléiques, enzymes, certaines hormones, certains neurotransmetteurs, ainsi que quelques phospholipides).

Le mot protéine peut être pris comme l'acronyme de leurs rôles : protection (Immunoglobulines), régulation, mouvement, transport, énergie, influx nerveux, enzymes et structure (protéines) (APFELBAUM *et al.*, 2004). Les protéines alimentaires sont constituées de diverses proportions d'acides aminés. Il existe trois sortes d'acides aminés :

- Les acides aminés essentiels, parce que, indispensables à la synthèse protéique. Ils sont au nombre de huit (Isoleucine-Leucine-Lysine-Méthionine-Phénylalanine-Tryptophane-Valine) ne peuvent pas être synthétisés par l'organisme et doivent donc être journallement apportés de l'intérieur par l'alimentation ;
- Les acides aminés semi-essentiels, pouvant être synthétisés à partir des précurseurs carbonés et azotés (Arginine et Histidine) chez l'adulte, mais pas chez l'enfant en croissance.
- Les acides aminés non essentiels (TANDU, 2001).

La valeur biologique d'une protéine est déterminée par la présence dans cette protéine de ces huit acides aminés essentiels ainsi que par leurs proportions respectives. Il s'agit donc d'une présence en proportions convenables et simultanées afin de permettre aux acides aminés fournis par la consommation et par la digestion d'une protéine, de concourir à synthétiser une protéine dans l'organisme (MVUMBI, 1986).

1.2.2. Les Lipides

Les lipides simples, selon leur définition biochimique, sont des composés ternaires formés de C, H, O et sont insolubles dans l'eau. Ils le sont en revanche dans des solvants comme l'éther, le benzène, le chloroforme. Dans l'organisme, ces lipides, pour pouvoir circuler dans le sang, sont liés à des transporteurs et forment des lipoprotéines (CHEVALIER, 2003). Mais leur composition est plus protéique que celle de sucres et des amidons. Ils forment les composés plus variés et contractent des alliances avec d'autres éléments : Phosphore (Phospholipides), Soufre, Azote (Lécithine, Sphingomyélines), sucre (Cérébrosides). Le groupe des lipides est très hétérogènes et rassemble diverses substances hydrophobes. Leur transport plasmatique se fait sous forme de lipoprotéines. Les principaux lipides alimentaires sont les triglycérides, ils comportent un glycérol et trois acides gras (APFELBAUM *et al.* 2004).

L'alimentation actuelle contient 40% de calories sous forme lipidique. En fait ce support peut être remplacé par des glucides car la capacité de lipidogénèse n'est jamais un facteur limitant. En revanche, certains acides gras sont indispensables ; ils sont dits essentiels. Les acides essentiels se rencontrent dans les graines et huiles végétales. Puisque seuls les végétaux sont susceptibles de les synthétiser, le beurre, le suif et le lard en sont très pauvres. Les viandes contiennent, dans les structures phospholipidiques, de l'acide arachidonique qui provient par synthèse des acides gras essentiels plus court d'origine végétale, synthèse qui diminue avec l'âge.

Les Poissons contiennent une forte proportion des dérivés de l'acide alpha-linolénique : l'EPA (Acide Eicosapentaénoïque) et le DHA (Acide Docosahexaénoïque). Des études sur les populations consommant beaucoup de Poissons ont montré que la faible incidence des infarctus de myocarde chez ces sujets. D'autres études ont prouvé l'intérêt de l'enrichissement de la nourriture en ces acides gras, sur le métabolisme de prostaglandine, sur la

cholestérolémie, sur la triglycéridémie et sur l'agrégation plaquettaire (APFELBAUM *et al.* 2004).

L'usage des lipides dans le public n'est pas bon, ils sont considérés comme responsables de nombreuses maladies, ce qui est vrai, lorsque leur consommation est inappropriée. Leurs différents rôles en dehors de celui de réserve sont : rôle de structure (membrane cellulaire) mais aussi vecteurs de vitamines liposolubles et précurseurs des molécules indispensables à l'organisme (Hormones stéroïdes, prostaglandine, etc...). Ce sont essentiellement les acides gras saturés et cholestérol alimentaire qui ont des effets délétères et sont responsables de la genèse de nombreuses pathologies en cas d'excès d'apport alimentaire (troubles cardiovasculaires, obésité, diabète). En revanche, les autres types de lipides mono-insaturés et polyinsaturés ont au contraire un effet protecteur pour la santé (CHEVALLIER, 2003).

1.2.3. Les Vitamines

Actuellement, on désigne par vitamine toute substance que l'organisme ne peut synthétiser ou qu'il n'arrive pas à produire à une vitesse assez rapide pour couvrir ses besoins estimés généralement à des très petite quantité (milligrammes ou microgrammes), et substances nécessaire dans certaines réactions de l'organisme. Pour déterminer le besoin de l'organisme en vitamines, on tient compte de certains paramètres : vitesse de croissance, état d'activité du corps, composition de l'alimentation, mode de cuisson, mode d'utilisation de la vitamine (MVUMBI, 1986).

On regroupe souvent les vitamines en deux catégories : les vitamines liposolubles (A, D, E et K) dont l'absorption intestinale n'est pas possible que grâce à la bile, à la lipase pancréatique et à certaines graisses alimentaires et les vitamines hydrosolubles (Groupe B, C et Niacine). Cette propriété de solubilité des vitamines dans un solvant donné explique leur résorption gastro-intestinal, facile, leur distribution et leur stockage dans les tissus et leur élimination. C'est ainsi qu'on explique la toxicité des vitamines liposolubles A et D qui peuvent se concentrer dans les tissus adipeux et subir une forte rétention dans l'organisme, et celle de la vitamine C, prise à forte dose, qui se manifeste par une proportion élevée de réactions de réduction (MVUMBI, 1986). Parmi les vitamines liposolubles, nous avons analysé la vitamine A (carotène ou aneurine). Elle se trouve dans les tissus animaux comme rétinol et

dans certains végétaux sont forme de pigments rouges qui représentent la provitamine (pigment caroténoïde) et qui seront convertis en vitamine A dans l'organisme.

La fonction de base de vitamine A est son utilisation dans la synthèse de pigment rétinien. De ce fait, elle intervient dans la vision. Elle favorise la croissance de toutes les cellules de l'organisme et, en particulier, de celle des tissus épithéliaux. Elle intervient pour la défense de l'organisme contre les infections (CHEVALLIER, 2003). Les symptômes possibles d'une carence ou d'une surdose en vitamine sont : cécité nocturne, peau sèche qui se desquame, modification des épithéliums, vision trouble, lésion au foie et aux os. Par contre les vitamines hydrosolubles analysées sont : vitamines B1, B2, B6, et C. (CAMPBELL *et al*, 2004).

a) La vitamine B1 ou Thiamine

Les sources principales de Thiamine sont les céréales, les légumineuses et les levures. Dans les céréales, la Thiamine se trouve surtout dans le germe et le son. On la rencontre en petites quantités dans la viande et le lait. Elle est une des vitamines les plus sensibles à l'action de la chaleur en milieu humide. La cuisson en diminue la teneur dans des proportions variant entre 10 à 40% selon l'aliment et la durée, en partie par l'élimination de l'eau de cuisson.

Comme rôle métabolique, sous sa forme d'ester phosphorique (cocarboxylase), la vitamine B1 intervient dans plusieurs réactions essentielles du métabolisme des hydrates de carbone, en particulier dans la décarboxylation des acides pyruviques et α -cétonique et dans la métabolisation du glucose par la voie des pentoses (APFELBAUM *et al*, 2004). Elle intervient spécifiquement à l'étape finale du métabolisme des hydrates et acides aminés (CHEVALLIER, 2003).

La carence en Thiamine dite « béri-béri », peut prendre trois formes :

- une forme neurologique pour laquelle les résultats thérapeutiques seront longs à obtenir ;
- Une forme caractérisée par l'atteinte cardiaque et répondant immédiatement à la vitaminothérapie ;
- Une forme œdémateuse, contemporaine ou non de la forme cardiaque (APFELBAUM *et al*. 2004).

b) La vitamine B2 ou Riboflavine

Comme sources principales, nous avons les produits laitiers, viandes, céréales enrichies et légumes. C'est un constituant des coenzymes FAD et FMN (CAMPBELL *et al*, 2004).

Les Flavoprotéines forment un chaînon dans la chaîne respiratoire entre les dipyridine-nucléotides (NAD) et les Cytochromes, le transfert à ces derniers se faisant par l'intermédiaire de l'ubiquinase. Le rôle de vitamine B2 est le métabolisme de purine et des acides aminés (CHEVALLIER, 2003). (APFELBAUM *et al.*, 2004).

Les symptômes possibles d'une carence ou d'une surdose en vitamine B2 sont : lésions cutanées, notamment fissures aux commissures des lèvres, troubles oculaires (sensibilité à la lumière, vision embrouillée) (CAMPBELL *et al.*, 2004). Sa carence se traduit également par des muqueuses stomatites, perlèche, et Kératite. (CHEVALLIER, 2003).

c) La vitamine B6 ou pyridoxine

La vitamine B6 est un coenzyme pour de très nombreux enzymes intervenant dans le métabolisme des acides aminés. Elle se trouve dans les aliments sous trois formes : pyridoxine, pyridoxal et pyridoxamine. Il existe de très nombreuses sources, en particulier les viandes, les céréales et les légumes (APFELBAUM *et al.*, 2004). C'est aussi un coenzyme dans la glycolyse, dans la formation des anticorps et d'hémoglobine (CAMPBELL *et al.*, 2004).

En cas d'une carence ou d'une surdose en vitamine B6, nous avons les symptômes suivants : l'irritabilité, les convulsions, les secousses musculaires et l'anémie, la démarche instable, les pieds engourdis et les troubles de la coordination nerveuse (CAMPBELL *et al.*, 2004).

d) la Vitamine C ou acide ascorbique

La vitamine C se trouve dans les fruits et légumes, surtout les agrumes, brocoli, chou, tomates et poivrons verts. Elle est très oxydable, sensible à la chaleur et à la lumière (CAMPBELL *et al.*, 2004 ; APFELBAUM *et al.*, 2004).

L'acide ascorbique est utilisé comme additif alimentaire antioxydant. Dans l'organisme, les concentrations les plus importantes en vitamine C sont dans l'hypophyse et les corticosurrénales. Elle existe sous deux formes : l'acide ascorbique et l'acide dihydroascorbique. Ainsi, elle sert au transport d'ions H^+ et intervient dans de nombreuses réactions d'oxydoréduction. Elle participe à la dégradation des radicaux libres d'oxygène, ce qui protège la cellule des agents oxydants toxiques.

La carence en vitamine C provoque des troubles du métabolisme glucidique (Hyperglycémie, diminution de la tolérance au glucose, diminution du taux de la concentration de glycogène hépatique, résistance à l'insuline). La vitamine C est nécessaire comme protecteur des

systèmes enzymatiques assurant la synthèse de l'acide α -cétonique, précurseur de l'hydroxyproline. Elle est indispensable à la synthèse du collagène de réparation.

La stimulation par l'ACTH (Hormone Adrenocorticotrophique) provoque une chute brutale de la teneur en vitamine C des corticosurrénales. L'acide ascorbique est nécessaire à l'absorption du fer au niveau de la muqueuse gastroduodénale, la carence étant susceptible d'entraîner une anémie hypochrome hyposidérémique. Elle intervient dans les réactions d'hydroxylation des précurseurs (phenylalanine et tyrosine). Elle a une action sur les oxydases hépatiques. Elles sont responsables de la détoxification et de la transformation des agents cancérogènes.

Lors de l'ovulation, l'excrétion urinaire de vitamine C augmente. L'avitaminose C provoque la dégénérescence folliculaire et l'atrophie du corps jaune. La vitamine C intervient dans le métabolisme de l'histamine (APFELBAUM et *al.*, 2004).

1.2.4. Les Minéraux

Les minéraux sont des nutriments inorganiques simples, ils sont actuellement requis en très petites quantités, allant de moins de 1mg à environ 2500mg par jour. Les besoins en minéraux, comme les besoins en vitamines, varient d'une espèce animale à l'autre. Les humains et d'autres vertébrés requièrent des quantités relativement importantes de calcium et de phosphore pour la formation et l'entretien des os (CAMPBELL et *al.* 2004).

a) Le Calcium

Les principales fonctions de calcium sont : formation des os, l'excitabilité neuromusculaire, la coagulation sanguine, les fonctions musculaire et nerveuse (CHEVALLIER, 2003 ; CAMPBELL et *al.*, 2004). Sa carence entraîne le retard de croissance, la perte de masse osseuse, la tétanie musculaire (CAMPBELL et *al.* 2004)

b) Le Phosphore

Il intervient dans la formation des os et des dents, l'équilibre acido-basique et la synthèse des nucléotides ; entraîne la faiblesse, la déminéralisation des os et la perte de calcium (CAMPBELL et *al.*, 2004).

c) Le Magnésium

Le principal rôle de magnésium est :

- Il participe aux réactions métaboliques, c'est un cofacteur, bioénergétique de l'ATP (CHEVALLIER, 2003 ; CAMPBELL et *al*, 2004) ;
- Adaptation au stress, excitabilité neuromusculaire ;
- Il est nécessaire pour le fonctionnement musculaire et nerveux normal et qu'il est un cofacteur d'enzymes (SALOMON et DAVIS, 1971).

Sa carence entraîne des troubles neuromusculaires (CAMPBELL et *al*, 2004).

2) Le Fer

C'est un constituant de l'hémoglobine et de transporteurs d'électrons dans le métabolisme énergétique. C'est aussi un cofacteur enzymatique. Sa carence entraîne l'anémie ferriprive, la faiblesse, l'affaiblissement du système immunitaire et des troubles de la thermorégulation (CAMPBELL et *al*. 2004).

1.2.5. Les substances toxiques et leurs effets

En dehors des nutriments, les aliments peuvent contenir des substances toxiques, indésirables ou anti nutritionnelles. Parmi ces substances, on peut citer en titre indicatif.

a. Les Nitrates

Les nitrates sont irritants et hygroscopiques .ils produisent la congestion et l'hémorragie au niveau des muqueuses intestinales et de l'appareil urinaire .ils sont excrétés par les urines (MITCHELLE et *al* ,1982).

b. Les Oxalates

Les oxalates entraînent après absorption de l'acidose non gazeuse et créent des lésions génératrices des troubles urinaires (MITCHELLE et *al*, 1982)

Cet acide peut irriter les voies œsophagienne ou gastrique lors de son ingestion et provoquer des dommages rénaux (calculs, oligurie, albuminurie, hématurie) il est mortel à forte dose, les précipités d'oxalate de calcium pouvant obstruer les canaux rénaux il apparaît dans l'urine animale et humaine sous forme d'oxalate de calcium et d'acide

oxalurique ($\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}-\text{CO}-\text{CO}_2\text{H}$). Les individus en bonne santé peuvent sans problème manger de tels aliments mais on recommande aux personnes atteintes de calcul rénaux de goutte ou d'arthrite d'éviter leur consommation. (<http://fr.wikipedia.org/wiki/oxalate/>)

La dose létale moyenne pour les oxalates chez les personnes adultes est estimée à 15-30g avec la mort en quelques heures ou même en quelques minutes. (<http://www.jtbaker.com/msds/>)

c. Les Nitrites

Les nitrites sont les sels d'acide nitreux. La présence de nitrites dans le sang empêche l'hémoglobine de fixer convenablement l'oxygène. C'est la maladie bleue de nourrissons, plus souvent appelé méthémoglobine. C'est la raison pour laquelle la teneur en nitrite potable est réglementée et, indirectement celle des nitrates en raison de leur capacité à se transformer en nitrites. Ils transforment l'hémoglobine en méthémoglobine provoquant la vasodilatation. Les nitrites, à forte dose, sont considérés comme des poisons et, selon les auteurs, comme ayant des actions tératogènes et/ou cancérogènes.

d. Les Cyanures

Les cyanures inhibent la respiration cellulaire à cause de la combinaison avec les enzymes respiratoires importants au niveau cytochrome. Le mécanisme d'action est le même par inhalation en tant que gaz ou ingérée sous forme d'acide cyanhydrique ou en tant que sel de potassium ou de sodium ou encore une combinaison de deux. Les doses létales pour l'acide cyanhydrique sont de 1 à 1,4 mg/kg pour le cyanure de potassium chez l'homme. Il est à noter que de milliers de plantes, y compris celles qui sont importantes comme aliments, synthétisent des glycosides cyanogènes et cyanolipidiques. Après hydrolyse, ces substances libèrent le cyanure d'hydrogène qui constitue un poison respiratoire (POULTON, 1990).

1.2.6. Les groupes phytochimiques

a) Les Alcaloïdes

Les alcaloïdes provoquent de troubles neurologiques et ont une action tératogène (GODON et al, 1985).

Ce sont des substances toxiques et parfois à faibles doses et qui ont des effets thérapeutiques connues. C'est une substance organique azotée d'origine végétale, à caractère alcalin, de structure complexe. On trouve des alcaloïdes dans plusieurs familles de plantes et on en connaît plus de mille. La morphine (1805), la strychnine (1818), la caféine, la quinine, la colchicine, le curare, l'atropine, Ils passent très facilement dans les percolations. Ils agissent directement sur le système nerveux (S, PS et central) avec des effets sur la conscience et la motricité. L'action sur le système nerveux peut aller jusqu'à une action antispasmodique, et mydriatique, anesthésique locale ou analgésique et narcotique. Les alcaloïdes sont aujourd'hui nommés d'après la plante qui les a fournis, toujours avec une terminaison en "ine". D'une façon générale, les alcaloïdes sont amers et utilisés comme apéritifs. (www.medecinesnaturelles.com)

b) Les Saponines

Les saponines provoquent l'altération du goût, l'inhibition des enzymes et l'hypofertilité.

On entend par saponosides (lat. sapon, savon -saponaire, l'herbe à savon ; le réglisse ; le bouillon blanc ; le modène-), des hétérosides naturels dont la matière est un composé soluble à l'eau qui la rend moussante comme une eau de savon. Ils modifient la tension superficielle de l'eau. On les emploie pour la fabrication d'émulsions, dans lesquelles une substance insoluble est mise en dispersion. Elles vont entraîner un mélange plus rapide avec la fonction aqueuse, un effet de pénétration plus grand et plus rapide de la substance dans l'eau. Ces plantes à saponines auront plus effets sur le vivant :

- Elles facilitent la pénétration des autres substances au niveau de la peau et au niveau de l'intestin et aussi au niveau de toutes les muqueuses.
- Elles dissolvent les graisses et par voie de conséquence, elles sont irritantes pour les muqueuses. Toutes les membranes des cellules sont constituées de graisses. Pour éviter l'action irritante des savons, on rajoute des corps gras. Quand, une plante est riche en saponines, son action sera plus rapide que d'autres plantes.

Les plantes riches en saponines dans les séborrhées (augmentation de la sécrétion des glandes sébacées) du cuir chevelu, on les emploie en shampoing. On les emploie aussi comme expectorantes (ce qu'elles fluidifient dans un sens, elles le fluidifient dans l'autre), elles rendent un peu moussante la muqueuse des bronches inflammatoires et facilitent l'expectoration. (www.medecinesnaturelles.com)

c) Les Flavonoïdes et Tanins.

Ils provoquent l'altération du goût et de la couleur des aliments, la complexation des protéines, l'inhibition des enzymes actives oestrogéniques, action anti vitaminique K, action sur la mobilité des muscles lisses (GODON *et al.* 1985).

Les Flavonoïdes entrent dans la composition de nombreux pigments végétaux et en particulier les pigments jaunes et oranges (calendula) et aussi dans les pigments bleus (le bleuet, grand antispasmodique de la face et surtout des yeux). Les plantes qui contiennent des flavonoïdes sont souvent liées à la fonction antispasmodique. (www.medecinesnaturelles.com)

Le tanin c'est un phénol qui est associé à un sucre. Un des tanins de base est l'acide gallique. Ils précipitent (agglutiner, coaguler) les protéines et la gélatine ce qui est beaucoup plus rare. On peut en outre les utiliser en cas d'empoisonnement par des alcaloïdes, car il les précipite et les rend inoffensifs (sauf pour la morphine, la cocaïne et la nicotine, pas interaction). Mais si on force la dose, l'excès de tanin libère à nouveau la substance toxique et cause une deuxième inflammation. Ils emprisonnent aussi les sels des métaux lourds (plomb, mercure, mais pas efficace dans la dépose des amalgames). Les familles de plantes riches en tanin sont les éricacées, les rosacées, dans l'écorce de certains arbres (chêne). Les tanins ont des effets astringents (très proche d'assécher), très utiles quand il y a trop de sécrétions (les bronchites, les diarrhées, les leucorrhées, les plaies saigneuses, très grand antihémorragique antiseptique). Les plantes à tanins sont utilisées en tant que vulnéraire (blessure), pour les plaies ouvertes (pas pour des bleus, des coups) car elles permettent aux plaies de se refermer. Les effets secondaires des tanins, au minimum ils dessèchent et au maximum, ils peuvent entraîner des lésions de la muqueuse gastrique et intestinale mais aussi ils peuvent blesser les reins (période de disette). Ils gardent en eux les principes actifs des plantes. Les plantes riches en tanins auront une action plus lente, passeront moins vite dans la circulation générale et la barrière intestinale. (www.medecinesnaturelles.com)

CHAPITRE DEUXIEME : MATERIEL ET METHODES

2.1. MILIEU D'ETUDE

Kisangani, chef lieu de la province Orientale est situé en pleine cuvette centrale Congolaise à 0°31' de latitude Nord et 25°11' de longitude Est (BOLA, 2002). Sur le plan administratif, la ville de Kisangani compte six communes à savoir : Lubunga, Kisangani, Tshopo, Kabondo, Mangobo et Makiso. La ville de Kisangani est traversée par un important réseau hydrographique formé par de rivières (Tshopo, Lindi) et ruisseaux (Makiso, Kabondo, Konga-Konga). Kisangani est notamment formé des plateaux : Kilima Bahindi, Kisenga, et Boyoma.

La ville de Kisangani jouit d'un climat équatorial du type Af. de la classification de Köppen (NYAKABWA, 1982). Il s'agit d'un climat chaud et humide à températures élevées et presque constantes toute l'année, oscillant autour de 25°C, l'humidité atmosphérique a une valeur moyenne très élevée (85%) et une amplitude thermique inférieure à 5°C. Les données relatives à la variations de quelques paramètres climatiques sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Moyenne de la température et de la précipitation de Kisangani de 2003 à 2007

Paramètres	2003	2004	2005	2006	2007
Température (°C)	25,4	24,2	25,80	26,5	26,3
Précipitation (mm)	±2000	±1800	±1850	±2050	±1950
Humidité relative	80 à 90%				

Source : Service météorologique, Département de phytotechnie/IFA Yangambi, 2007

2.2. MATERIEL VEGETAL

Les feuilles d'*Amaranthus viridis*, de *Gnetum africanum*, de *Scorodophloeus zenkeri*, de *Pteridium aquilinum*, de *Scorodophloeus zenkeri* et de *Solanum americanum* ; les fruits de *Aframomum laurentii* et de *Cola acuminata* var. rouge et jaune, de *Garcinia kola*, *Solanum americanum*, et de *Synsepalum stipulatum* ; les racines de *Pentadiplendra brazzeana* et l'écorce de tige *Scorodophloeus zenkeri* ont constitué l'objet de nos investigations chimiques. Tous les échantillons des ces espèces ont été récoltés dans la ville de Kisangani et ses environs ou ont été acheté sur les marchés de la ville de Kisangani. Les descriptions photographiques de parties de ces plantes sont données par les figures 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 et 11.

1. *Aframomum laurentii* (De Wild & Th. Dur)K.Schum

C'est une plante appartenant à l'embranchement des Magnoliophyta, sous-embranchement des Magnoliophytina, classe des Lilopsida, sous classe des Comnelinidae, ordre des Zingiberales, famille des Zingiberaceae. Elle est une plante herbacée, de petite ou grande taille à épice aromatique, pérenne, à rhizome tubéreux, tiges parfois développées, parfois courtes, fruit à capsule charnu ou soit baie, graines rondes ou angulaires munies d'un arille, albumen et périsperme présents. C'est également une espèce importante de la famille des Zingiberaceae qui est utilisée, comme aromatique, graines comme plantes médicinales, dans l'alimentation par leurs fruits comestibles qui servent de tuiles végétales (NYAKABWA, 2007)

2. *Amaranthus viridis*. L.

L'*Amaranthus viridis* (appelé gbedegbede en swahili) est une plante annuelle appartenant à la famille des Amaranthaceae, dans l'ordre des Caryophyllales

Tige souvent verdâtre, feuilles souvent vertes présentant souvent une tâche claire ou foncée au centre. Les nervures sont sur le dessous, les pétioles sont deux fois moins longs ou plus longs que les limbes, feuilles losangées aux rondes ovules, arrondies ou échancrées, carénés à la base souvent ondulées au bord. Fleurs en glomérules à l'aisselle des feuilles ou en épi

terminal dense. Bractées ovales, larges à la base. Fleurs mâles et femelles, à 3 pétales spatulés, ovaires supères, à un loge, fruit large, ellipsoïdal, petit ridé (GRAU *et al.*, 1984).

3. *Cola acuminata* (variété rouge) (P. Beauv.) Schott & Endl.

Cola acuminata variété rouge (appelé Angbongbolia en swahili) appartient à la famille des Malvacée. Arbre à ramilles finement côtelées, alternes, stipulées, entières, à pétiole épaisse aux extrémités, limbe ovale, atténué à la base et acuminé au sommet, épaissi subcoriace à plusieurs nervures secondaires, inflorescence en panicule terminale, fleur male à pétale pourvu de 2 verticilles d'étamines Fleur femelle à ovaire formé de 5 à 6 carpelles .Fruit baie

4. *Cola acuminata* (variété jaune) (P. Beauv.) Schott & Endl.

Cola acuminata (appelé Angbongbolia chez les boyomais, kolanub chez les Allemands, *Cola nut* chez les Anglais, kola chez les Espagnols et les Italiens, est une plante de la famille des Malvaceae que l'on retrouve uniquement en Afrique. Ses principaux constituants sont : la caféine, la théobromine, le tanin, l'amidon et les sucres.

La partie utilisable ou consommable est la graine ou la noix. Cette dernière a plusieurs propriétés à usage interne dont : stimulant et tonique nerveux, tonique cardiaque et musculaire, diurétique et aphrodisiaque. Les noix fraîches sont consommées en mastiquant lentement soit avec un peu d'arachide crues mais généralement accompagnés d'un peu de bière dans les buvettes.



Fig. 1. Fruits d' *Aframomum laurentii* (Tels que vendus au marché central de Kisangani)



Fig. 2. Feuilles d' *Amaranthus viridis* (vendues au marché central de Kisangani)



Fig. 3. Noix de *Cola acuminata* var. rouge (Telles que vendues au marché central de Kisangani)



Fig. 4. Noix de *Cola acuminata* var. jaune (Telles que vendues au marché central de Kisangani)

5. *Garcinia kola*. Heckel

Garcinia kola (appelé Angwandri en Turumbu, Bompona en Lingala, Bukumba en Kirega, Engbeto kasa keke en Babua, kusu en Ngwaka, Ngiadidi, Ngadiadia en Kikongo Otendo en tetela) appartient à la famille des Clusiaceae, à l'ordre des Malpighiales, à la classe des Rosopsidae et à la sous classe des Rosidae

C'est un arbre forestier de grande taille dont la cime est étagée, Pseudoverticillée, ramifiée, compacte. De fruit baie obvoide de la grosseur d'un citron (7-9 cm), jaune rougeâtre, à stigmate et calice 4-lobés persistants; 4 graines entourées d'une pulpe résineuse jaune (TAILFER, 1989). Le fruit cru est consommé comme un stimulant chez les hommes

6. *Gnetum africanum* Welw

Le *Gnetum africanum* (fumbwa) est une liane subspontanée dans les jachères forestières. Le *Gnetum* appartient à la famille des Gnetaceae, ordre des Gnetales. Le *Gnetum* possède des vertus alimentaires et médicinales. Les feuilles de *Gnetum africanum* se récoltent de 4 manières :

- le cueilleur prélève uniquement les feuilles sur la liane. Par convoitise économique ou par ignorance, toutes les feuilles sont récoltées tout en laissant la tige nue. Les nouvelles feuilles apparaissent rapidement permettant ainsi le déroulement normal de l'activité photosynthétique, utile à la survie de la plante.
- couper la partie supérieure de la plante tout en s'assurant qu'aucune feuille n'est oubliée et ainsi, dans le meilleur des cas, la croissance peut reprendre, permettant de reconstituer les organes arrachés ;
- arracher ou déraciner la plante entière avant le prélèvement des feuilles compromettant de ce fait toute possibilité de renouvellement.
- abattre l'arbre qui soutient la liane (CIFOR ,2006).

Le genre *Gnetum* est le seul représentant de la famille des Gnetaceae. Il comprend environ 30 espèces, en majorité des lianes, réparties dans les régions tropicales d'Asie, d'Amérique du Sud (NDESHIEMBO, 1999) et d'Afrique centrale. Ces plantes sont dioïques : les fleurs mâles produisent des châtons composés d'étamines et les fleurs femelles, des châtons composés d'ovules à peine protégés par une enveloppe (LETOUZEY, 1986)

D'après MIALOUNDAMA (1993), les feuilles de *Gnetum africanum* sont des légumes verts à haute valeur nutritive, constituant une source importante de protéines, d'acides aminés et de minéraux. Elles ont une grande importance pour de nombreuses communautés forestières, qui leur donnent différents noms vernaculaires et commerciaux : Koko, Okok, Fumbwa, Eru, Igbo, Ukasi ou Afang selon le pays ou les peuples (BAHUCHET, 1990). Elles sont crues ou bien, finement hachées et ajoutées dans les soupes et les ragoûts (NDESHIEMBO, 1999).

En plus de servir comme légumes, les feuilles de *Gnetum* ont également été signalées pour d'autres usages. Ainsi, par exemple, dans son étude sur les plantes utiles de l'Afrique centrale, BURKILL (1994) signale le rôle de *Gnetum africanum* dans le traitement de la

nausée et comme antidote en cas d'empoisonnement en Oubangui, dans la Province de l'Equateur. Au Congo-Brazzaville, elles interviennent dans le pansement contre les verrues et les furoncles ; aussi leurs boutures sont à la base de tisanes soulageant la centrale et de l'ouest, HÖFT & CUNNINGHAM (2000) (Citant DOUNIAS, 1987) signalent la consommation par les Pygmées des tubercules formés par cette liane forestière.

A Kisangani, *Gnetum africanum* a été signalé en petites quantités dans les marchés (BOLA & SZAFRANSKI, 1991 ; LIENGOLA, 1999). Cependant, une enquête menée par MATE (sous-presse) ? auprès d'une compagnie d'aviation, sur les trois qui étaient encore opérationnelles dans la ville en 2005, a révélé des quantités annuelles estimées à plus de 180 tonnes de *Gnetum africanum* pour la seule compagnie « Hewa Bora » qui opérait sur Kinshasa contre 47 tonnes commercialisées à Mbandaka pour une valeur estimée à 22000 \$ US (NDOYE *et al.*, 2005). En faisant un travail préliminaire sur la contribution socio-économique de *Gnetum africanum* dans les ménages de la région de Kisangani BWAMA *et al.* (2007), avaient eu comme résultats préliminaires : 65% des cueilleurs sont des hommes contre 35% des femmes. Le site YELENGE et ses environs occupent la première place de recette moyenne par ménage, soit 407412FC (environ 815\$U.S). Cette situation montre que ces ménages ont la capacité de gagner 40,75\$U.S par semaine de travail. La dernière position est occupée par le site MUSABALA soit, 65688FC (environ 131,4\$U.S). Parmi, ces agences d'aviation, la CAA occupe la première position avec 42% de quantité de *Gnetum africanum* par an. HBA gagne la seconde place soit 30% et la dernière place revient à WDA avec 15014kg (soit 28%). Nous pouvons aussi signaler le travail de BWAMA *et al.* (2007) sur le fubwa de la région de Kisangani.

Au niveau international, TABUNA (1999) a signalé les feuilles de *Gnetum* dans les échanges internationaux. Elles comptent parmi les produits d'importation dans les villes européennes de la Belgique, de la France et du Royaume-Uni. Une enquête menée des importateurs de ce légume africain affiche la RD Congo en seconde position avec 35 tonnes, après le Cameroun (50 tonnes). Le Gabon et la République du Congo en exportent également, mais en des quantités plus faibles, soit respectivement 12 et 3 tonnes.

7. *Pentadiplendra brazzeana*. Baill.

Arbuste ou liane de 3 – 20 m. Rameaux glabres et volubiles. Pétioles long de 5 – 10 mm, limbe glabre sur les deux faces, vert foncé ou vert noirâtre, luisant ou mât à la face supérieure, vert foncé ou mât à la face inférieure, elliptique ou oblancéolé, 5-15X 1,7-5 cm, base atténuée, sommet acuminée obtus. Nervures secondaires 5-11 paires ascendantes, arquées, s'anastomosant à 1,5 – 2 mm du bord du limbe. Nervilles en réseau saillant sur les deux faces.

Inflorescence en grappe, multiflore axillaire ou terminale, Rachis atteignant 16cm de longueur. Bouton floral à pièces périnthaires imbriquées. Fleur hermaphrodite, mâle et femelle, pentamère. Pédicelle long de 1 -2cm, sépales plus ou moins libre entre eux, elliptiques à lancéolés, long de 5 – 10 mm, vert violacé sur le bord à l'état jeune et frais.

Pétales blancs ou jaunâtres à l'état frais, tachés de rouge ou violet au sommet, pubescent à la base, libres entre eux, lancéolés à oblancéolés, longs de 1,8 – 2,5cm ; base élargie et membraneuse, sommet aigu.

Etamines 10-13, libres entre elles, fixées sur un androgynophore épais, alternipétales, filet long de 6 mm, grêle, de couleur blanche, anthère introrse, de couleur grise, basifixe à connectif apiculé au sommet.

Staminodes 10 à 13 dans les fleurs femelles. Ovaire supère réduit dans la fleur mâle, à 5 loges multi ovulées dans la fleur femelle, Style court terminé par un stigmate à 5 lobes.

Baie rouge à l'état frais, globuleux, de 3,5cm de diamètre, à plusieurs loges monospermes. Pulpe vieux rose, sucrée, graine à testa laineux.

Cette plante assez commune a une écologie variée, elle se développe dans les anciennes cultures, forêts primaires. Son aire s'étend du Cameroun au Congo.

Les Baies et les racines, à odeur de raifort, sont comestibles. Cette plante est utilisée comme remède contre le lumbago, les diarrhées et les hémorroïdes : en outre elle guérit la gale de chiens. Ses baies sont utilisées comme poison pour la pêche. Elle aurait aussi des propriétés aphrodisiaques.

8. *Pteridium aquilinum*

Appelé Misili chez le Bakongo, cette plante est répandue dans le monde entier, cette fougère aigle, *Pteridium aquilinum*, est une des plus belles fougères des sous-bois d'Europe. Ses frondes peuvent atteindre 2m de hauteur. Elle est considérée comme étant très toxique. Elle produit deux substances qui détruisent la thiamine (Vitamine B1), causent des hémorragies et attaquent la moelle des os. Ses jeunes feuilles en forme de poing se trouvant au sommet de la fougère sont mélangées avec ou sans poissons dans la préparation à la basse température très élevée et pendant un bon moment avant d'être consommées.



Fig.5. Noix de *Garcinia kola* (Telles que vendues au marché central de Kisangani)



Fig.6. Feuilles de *Gnetum africanum* (Telles que vendues au marché central de Kisangani)



Fig.7. Racines de *Pentadiplandra brazzeana* (Telles que vendues au marché central de Kisangani)



Fig.8. *Pteridium aquilinum*

9. *Scorodophloeus zenkeri* Harms

Appelée Bofili en TOPOKE, LOKELE, TURUMBU, cette espèce appartient à la famille des Fabaceae, sous famille de Caesalpinioideae à l'ordre de Fabales et la sous-classe de Rosidae. C'est un arbre forestier de taille moyenne à odeur alliagée très caractéristique à feuilles pennées à 5-10 paires de folioles alternes, sessiles oblongues et inégales à la base. Seules les feuilles tendres sont emballées avec du poisson ou de la viande dans les feuilles de *Thaumacoccus danielli*. Le tout est cuit au feu dans une marmite ou sur des braises légèrement ardentes (BOLA et SZAFRANSKI, 1991)

10. *Solanum americanum* Miller

Solanum americanum (appelé Tololo par les Boyomais) appartient à la famille des Solanaceae, à l'ordre de Rosopsidae et à la sous classe des Asterisidae, qui est une plante herbacée annuelle, rudérale, à feuilles alternes entières, ovales, courtement ciliées, verte, sombre et à fruit baie charnue, rouge à maturité (NYAKABWA, 2004).

Les fruits verts matures sont consommés parfois crus à titre de médicament, comme stimulant en même temps que fortifiant pour les hommes. Tandis que, les fruits ainsi que les feuilles sont préparés et mangés avec du manioc comme nourriture chez les Bamanga (BOLA & SZAFRANSKI, 1991)

11. *Synsepalum stipulatum* (Rallk) Engl

Synsepalum stipulatum (appelé Tufunga en Kusu, Tonga en kumu et lingala, yonga en turumbu) appartient à la famille des Sapotaceae, à l'ordre des Ericales, à la classe des Asteropsida et à la sous classe des Preasteridae.

C'est un arbuste mésophanérophyte de taille moyenne, habitat de forêt secondaire, dans les champs, l'espèce se trouvant seulement sur le territoire congolais. L'espèce est comestible : arbuste, dioïque, à feuilles simples, les fruits sont rouges à maturité; Les fruits sont consommés crus, la partie charnue est seule consommée. les fruits de la plante permettent aux hommes de manger les fruits qui ont un goût acide ou une saveur aigre. Associés avec les fruits de *Synsepalum stipulatum*, cela donnera un goût sucré qui permettra de bien manger ces fruits.



Fig. 9a. Feuilles de *Scorodophloeus zenkeri*



Fig. 9b. Ecorces de tige de *Scorodophloeus zenkeri* (telles que vendues au marché central de Kisangani)



Fig. 10a : Feuilles et fruits de *Synsepalum stipilatum*



Fig. 11. Feuilles et fruits de *Solanum americanum*

2.3. METHODES D'ANALYSES

Des échantillons frais de ces plantes ont été utilisés pour le dosage de l'humidité, la détermination de l'acide citrique et ascorbique et certaines vitamines (A, B1, B2 et B6). Pour ce qui concerne les protéines brutes, les cendres brutes et les groupes phyto-chimiques, ils ont été analysés à partir des feuilles, des fruits, des racines et écorces des tiges de ces espèces après les avoir séchées à la température de laboratoire, puis réduits en poudre fine. Toutes les analyses sont effectuées en trois répétitions.

2.3.1. Analyse quantitatives

2.3.1.1. Détermination de l'humidité

Pour la détermination de l'humidité, on prend les échantillons frais qui seront pesés puis séchés à 105°C jusqu'au poids constant. Après séchage, on pèse de nouveau l'échantillon afin d'établir la différence entre les deux poids, ce qui conduira à l'obtention du % de l'humidité (DUFEY, 1986). L'humidité est obtenue par la relation suivante :

$$\% H = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$$

Où %H = pourcentage en poids d'humidité ;

P_1 = Poids de l'échantillon frais ;

P_2 = Poids de l'échantillon sec.

2.3.1.2. Détermination de l'équivalent acide citrique (MVUNZU, 1981)

1. Principe

L'équivalent d'acide citrique ou acidité titrable a été déterminé par neutralisation de l'extrait aqueux de l'échantillon au moyen de NaOH 0,1N en présence de phénophtaléine 1%.

2. Réactif

Les réactifs utilisés ont été :

- Solution de NaOH 0,1N
- Phénophtaléine 1%

3. Mode opératoire

Les opérations suivantes sont effectuées :

- Broyer 5gr de matière fraîche dans un mortier ;
- Ajouter 50ml d'eau distillée et laisser reposer pendant 10 minutes ;
- Filtrer et prélever 10ml du filtrat auxquels est ajouté une goutte de phénophtaléine ;
- Titrer avec le NaOH 0,1N jusqu'au virage au rose.

4. Calcul

L'équivalent d'acide citrique est déterminé par l'équation suivante :

$$A : \frac{V_{NaOH} \times N \times V_1 \times 0,064}{P \times V_2} \times 100$$

Où A = % équivalent acide citrique dans la matière fraîche

VNaOH = Nombre de ml de NaOH utilisé pour titrer ;

N = Normalité de NaOH (0,1N) ;

V₁ = Volume total du filtrat ;

V₂ = Volume de l'extrait titré

0,064 = Poids d'un milliéquivalent d'acide citrique

P = Poids de l'échantillon broyé (gr)

2.3.1.3. Dosage de lipides

1. Principe

La méthode au soxhlet consiste à extraire la matière grasse dans un échantillon sec et extrêmement moulu à l'aide d'un solvant organique apolaire. Le réactif utilisé est l'Ether de pétrole 40°C

a. Mode opératoire

Les opérations suivantes sont effectuées :

- Peser 5gr de la matière sèche que l'on introduit dans une cartouche ;
- Mettre ensuite dans l'extracteur soxhlet en ajoutant 350ml de l'éther de pétrole ;
- Siphonner pendant 8 heures ou plus ;
- Arrêter après extraction, le chauffage et récupérer l'éther de pétrole ;
- Mettre la matière grasse dans un bêcher ;
- Peser et tarer, placer ensuite dans l'étuve à 37°C pendant 24h après l'évaporation de l'éther de pétrole, retirer de l'étuve et peser de nouveau le bêcher contenant la matière grasse.

b. Calcul

La teneur en matière grasse brute est déterminée par l'expression ci-après :

$$\text{Lipide\%} = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

Où $m_2 - m_1$ = Poids de lipides en gramme :

m_1 = Poids de flacon vide en gramme ;

m_2 = Poids de flacon contenant les matières grasses en gramme ;

m = Poids de l'échantillon soumis à l'extraction

2.2.1.4. Dosage de protéines brutes

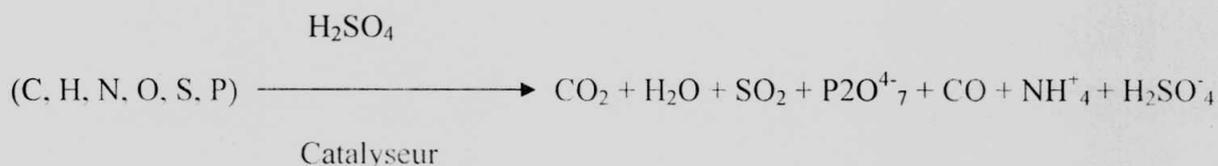
- Dosage de l'azote total selon Kjeldahl (GROEGEART, 1958)

1. Principe

La méthode de Kjeldahl permet de doser l'azote contenu dans les groupements amines, amides, nitrates, nitrites et acides nucléiques. Ainsi, on obtiendra l'azote total. Cette méthode se réalise suivant les étapes essentielles ci-après : la minéralisation ou digestion, l'alcalinisation et la distillation et le titrage proprement dit.

a. Minéralisation

On minéralise les matières organiques contenues dans la prise d'essai par l'acide sulfurique (H_2SO_4) concentré à chaud, en présence d'un catalyseur mixte. Il se passe une réaction suivante :



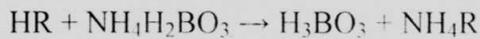
b. Alcalinisation et distillation

Un excès de base neutralise l'acide sulfurique, et à la vapeur d'eau est recueillie quantitativement dans un récipient contenant une solution d'acide borique (H_3BO_3) et l'indicateur mixte. Il se forme alors le borate d'ammonium selon la réaction suivante :



c. Titrage

On détermine la quantité de l'ammoniac formée par le titrage avec l'acide fort (H_2SO_4 0,01N). L'indicateur mixte de TASHIRO est utilisé pour repérer le point équivalent. L'équation de la réaction est la suivante :



2. Réactifs

Les réactifs utilisés sont les suivantes :

H_2SO_4 concentré (d= 1,84) ;

H_2SO_4 (0,01 N) ;

H_3BO_3 (4 %) ;

NaOH (40 %).

Catalyseur mixte: $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4 + \text{Se}$ (40: 10:1)

Indicateur mixte de TASHIRO est mélangé en volumes égaux avec le vert de bromocrésol (0,33%), le rouge de méthyle (0,66%) dans l'alcool éthylique à 25%.

3. Mode opératoire

a. Digestion

On pèse 0,2g de l'échantillon que l'on met dans un ballon Kjeldhal de 250ml en évitant de le déposer sur le col. On ajoute 5ml de H_2SO_4 concentré, on laisse macérer pendant 30 minutes et on ajoute 0,2gr de catalyseur mixte. On place le ballon Kjeldhal dans le digesteur et on chauffe doucement jusqu'à l'ébullition. On arrête alors le chauffage lorsque la masse prend une coloration bleu verdâtre. On enlève le ballon Kjeldhal du digesteur, on laisse refroidir et on ajoute 30ml d'eau distillée. On verse le contenu dans un ballon jaugé de 50ml et on porte le volume au trait de jauge avec l'eau distillée.

b. Distillation

Dans un Erlenmeyer de 250ml, on place 10ml de la solution de H_2BO_3 et on y ajoute 0.5ml d'indicateur mixte. On place le b cher et son contenu dans le distillateur de manière que le bord inférieur du réfrigérant plonge dans cette solution. On introduit successivement 10ml du digestat dans un tube Kjeldhal et on ajoute 10ml de NaOH 40% dans le distillateur. On distille par entraînement à la vapeur pendant 5 minutes. La présence de l'ammoniac est indiqu e par le changement de coloration de la solution de l'acide borique au vert de la première goutte du distillat, on coupe l'arriv e de la vapeur et enfin, on retire le b cher contenant le distillat ainsi que le tube contenant le résidu.

c. Dosage

On titre la solution verte de distillation par le H_2SO_4 (0,01N). La fin du titrage est marqu e par l'apparition d'une teinte rose.

d. Calcul

Le pourcentage d'azote est donn e par l'expression suivante :

$$\%N = \frac{EqN \cdot N_1 \times V_1 \cdot V_2}{P \times V_3} \times 100$$

Où EqN = Equivalent gramme d'Azote ;

N_1 = Normalité du titrant (0,01N) ;

V_1 = Volume du titrant (en litre)

V_2 = Volume total du minéralisât ;

P = Poids de l'échantillon sec

V_3 = Volume du minéralisât pour distillation

Détermination de protéines brutes

La teneur en protéine brutes (%PB) est déterminée par la relation suivante : $\%PB = \%N \times 6,25$

Où %N = teneur en azote total de l'échantillon ;

6,25 = facteur de conversion de la teneur d'azote en protéines.

2.2.1.5. Vitamine A et carotènes

1. Principe (méthode de CARR et PRINCE 1920)

La réaction de la vitamine A avec le trichlorure d'antimoine donne une coloration bleue qu'on peut lire à 620 nm. La vitamine A et le carotène sont extraits par l'éther de pétrole. La densité optique de carotène est lue à 490 nm.

2. Mode opératoire.

Pour extraire et doser le carotène, on procède de la manière suivante :

Dans un tube à centrifuger, on met :

- 5g du broyat de l'échantillon ;
- 5ml d'éthanol (95%) ou acétone, on agit puis on a ajouté ;
- 12 ml d'éther de pétrole ou benzène, on agite 10 minutes, on centrifuge, puis on prend la phase éther c'est-à-dire 10 ml de liquide surnageant (L-S) qu'on met dans la cuve du calorimètre, puis on lit le résultat à 490nm contre l'éther de pétrole.

Comme standard, on prend 0,02% de $K_2Cr_2O_7$ qui donne une même coloration jaune qu'une solution de B - carotène contenant 1,12mg par ml, soit 1,12 mg/L.

3. Dosage de vitamine A

Avant tout, il faut évaporer la phase éther à 45° C. le résidu est dissous dans 1 ml de Chloroforme et 5 ml du réactif de trichlorure d'antimoine sont ajoutés rapidement. La lecture se fait à 620 nm contre le blanc (chloroforme). Il faut bien noter que 88 µg de β-carotène correspond à 84,1 unités de vitamine A.

$$\text{Taux de Vit. A réel : Total Vit. A} \frac{(\text{mg caroténoïde} \times 0,4)}{100}$$

4. Calcul.

La concentration de vitamine A.

$$CI : \frac{CS \times DOI \times fd}{DOst}$$

Où CI = Concentration de l'inconnu ;

CS = Concentration du standard ;

DOI = Densité optique de l'inconnu

DOS = Densité optique du standard de l'inconnu ;

f.d = facteur de dilution

2.2.1.6. Thiamine ou Vitamine B1.

1. Principe.

L'oxydation de la vitamine B1 sous forme de thiochrome est extraite par l'isobutanol. Un témoin est préparé de façon analogue mais sans oxydation préalable. La différence de fluorescence convenablement filtrée correspond à l'effet du thiochrome seul (méthode de WANG et HARRIS (11))

2. Réactif.

On utilise :

- a) Tampon acétate 0,2 M, pH4;
- b) 0,2 N HAC 1,15 ml/100ml H₂O
- c) 0,2N NaAC 2,72g/100ml H₂O mélanger 82ml de a) et 18ml de b) pour faire 100ml de H₂O distillée.
- d) Standard 200µg/ml ou 200ml de Vit B₁ dans deux parties égales d'eau distillée et tampon acétate.

3. Mode opératoire.

Le mode opératoire est résumé dans le tableau 2

Tableau 2 : Mode opératoire.

Réactifs	TUBE		
	A inconnu (1ml)	B standard (1ml)	C blanc H ₂ O + tampon (1 :1)
Méthanol	1 ml	1 ml	1 ml
NaOH 3%	0,5 ml	0,5 ml	0,5 ml
Ferricyanure de K 2%	3 gouttes	3 gouttes	3 gouttes
Eau distillée	1 ml	1 ml	1 ml
Alcool isoamylique	10 ml	10 ml	10 ml

Premièrement, on agite et on centrifuge l'extrait à 2000 t/minute, on prélève la phase aqueuse et on lit à 570 nm. Cet extrait est préparé en présence de tampon d'acétate 0,2 M, pH4.

4. Calcul

La concentration en thiamine est donnée par l'expression suivante :

$$CI = \frac{CS \times DOI \times fd}{DO_{st}}$$

Où CI = Concentration de l'inconnu ;

CS = concentration du standard ;

DOI = Densité optique de l'inconnu ;

DOS = Densité optique du standard ;

Fd = facteur de dilution

2.2. 1.7. Riboflavine ou vitamine B2.

1. Principe

L'oxydation de riboflavine par la $KMnO_4$ en présence de l' H_2O_2 donne un produit qu'on peut colorimétrer à 620nm..

2. Réactifs.

Les réactifs sont :

- $KMnO_4$;
- H_2O_2 (eau oxygénée) 30% ;
- HAC 0,02N
- Standard riboflavine : 10 mg/100ml de HAC 0,02N.

3. Mode opératoire

Le mode opératoire est résumé dans le tableau 3.

Tableau 3 : Mode opératoire de vitamine B2

Réactifs	TUBE		
	A inconnu (1 ml)	B standard (1 ml)	Blanc (eau distillée 1ml)
H2O	1 ml	1 ml	1 ml
KMnO4 3%	0,5 ml	0,5 ml	0,5 ml
H ₂ O ₂ 30%	4 gouttes	4 gouttes	4 gouttes

La lecture a été faite à 620 nm.

4. Calcul.

La concentration en riboflavine est donnée par l'expression suivante :

$$C.I = \frac{C.S \times D.O.I \times f.d}{D.O.st}$$

C.I = Concentration de l'inconnu ;

C.S = concentration du standard ;

D.O.I = Densité optique de l'inconnu ;

D.O.S = densité optique du standard ;

F.d = Facteur de dilution

2.2.1.8. Pyridoxine ou vitamine B6

1. Principe.

On extrait la vitamine B6 avec le méthanol en milieu acide (HCl 0,1N). Après oxydation, on détermine la fluorescence due au ferrocyanure et on détermine la quantité de ferrocyanure nécessaire suffisante pour l'oxydation. La lecture de la DO se fait à 550nm.

2. Réactifs.

Les réactifs sont :

- Méthanol,
- NaOH 30%
- Ferricyanure de K 2%
- Eau distillée
- Le standard de pyridoxine est de 10µg/ml ou 0,1NHCL ;

3. Mode opératoire

Le mode opératoire est résumé au tableau 4.

Tableau 4 : Mode opératoire de vitamine B6.

Réactifs	TUBE		
	A inconnu (1ml)	B standard (1ml)	C blanc HCl 0,1N :1 ml
Méthanol	1 ml	1 ml	1 ml
NaoH 30 %	0,5 ml	0,5 ml	0,5 ml
Ferricyanure de K 2%	4 gouttes	4 gouttes	4 gouttes
Eau distillée	4 ml	4 ml	4 ml

- La lecture s'effectue à 550 nm dans l'intervalle de 5 minutes

4. calcul.

La concentration de pyridoxine est donnée par l'expression suivante :

$$CI = \frac{CS \times DOI \times fd}{D.O.st}$$

Où CI = Concentration de l'inconnu ;

CS = Concentration du standard ;

DOI = Densité optique de l'inconnu ;

DOS = Densité optique du standard ;

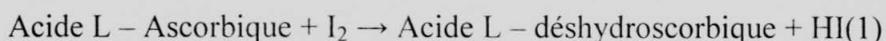
Fd = facteur de dilution

2.2. 1.9. Dosage de l'acide ascorbique (Vitamine c)

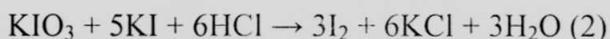
Le dosage de l'acide ascorbique a été fait par la méthode de l'oxydation à l'iode telle que décrite par FABERT (1964), l'extraction de vitamine a été obtenue après broyage en milieu acide (HCl 2%).

1. Principe

La méthode de dosage de l'acide ascorbique est basée sur son pouvoir réducteur vis-à-vis de quelques réactifs. La réaction d'oxydation de l'acide ascorbique avec l'iode donne des bons résultats. Cette réaction est la suivante :



L'iode nécessaire pour cette réaction provient de la réaction entre l'iodate et l'iodure en milieu acide.



La solution contenant de l'acide ascorbique est additionnée de KI et de l'amidon. Le KIO_3 qui y tombe au titrage réagit avec le KI et l'iode produit oxyde la vitamine C (réaction 2) Lorsque toute la vitamine C est oxydée, l'iode produit développe en présence de l'amidon une coloration bleue.

2. Réactifs

Les réactifs suivants ont été utilisés :

- Hcl 3% (54,3ml concentré/litre) ;
- KIO_3 0.001N (0,0428gr/litre) ;
- KI 1% (1gr/100ml) ;
- Solution d'amidon 0,5%

3. Mode opératoire

a. Extraction de la vitamine C

On pèse 10gr de matière fraîche que l'on broie dans un mortier. On ajoute 50ml de HCl et on laisse reposer pendant 10 minutes, on transvase quantitativement l'extrait obtenu dans un ballon jaugé de 100ml et on porte à la jauge avec la solution de HCl 2%. On agite puis on filtre immédiatement l'extrait vitaminique obtenu.

b. Titrage de l'extrait obtenu

On prélève 1ml de l'extrait et on l'ajoute à 3ml d'eau distillée contenue dans un Erlenmeyer. On ajoute ensuite 0,5ml de KI 1% et 2ml de la solution d'amidon 0,5% titrer immédiatement avec une solution fraîche de KIO_3 0,001N à l'aide d'une microburette jusqu'à ce que la solution vire au bleu persistant à l'agitation ; on effectue dans les mêmes conditions une épreuve témoin en utilisant 1ml de HCl 2% à la place de l'extrait vitaminique.

4. Calcul

La teneur en acide ascorbique est donnée par l'expression suivante :

$$\Omega = \frac{(Ve - Vb) \times N \times 88 \times Vt}{P \times V} \times 100$$

Avec Ω = mg d'acide ascorbique dans 100gr de matière fraîche

Ve = ml de KIO_3 utilisé pour titrer l'extrait ;

Vb = ml de KIO_3 utilisé pour titrer le Blanco (témoin)

Vt = Volume total de l'extrait

N = Normalité de KIO_3 (0,001 N) ;

P = Poids de matière fraîche broyée (gr) ;

88 = Poids d'un milliéquivalent d'acide ascorbique ;

V = Volume de l'extrait titré.

2.2.1.10. Détermination des éléments minéraux

La détermination des éléments minéraux a été effectuée par la procédure d'attaque nitro-perchlorique (GROEGART, 1958). Pour cette détermination, les opérations effectuées ont été les suivantes :

- Peser 1gr de matériel sec, mettre dans un Erlenmeyer et ajouter 10ml de HNO_3 concentré, fermer puis laisser macérer une nuit ;
- Chauffer sur plaque chauffante jusqu'à ce que la vapeur brune s'épuise et reste environ 0,5ml de solution puis enlever et refroidir complètement ;
- Ajouter 5ml de HNO_3 plus 10ml d'acide perchlorique et chauffer jusqu'à la décoloration complète ;
- Retirer de la plaque chauffante et refroidir un peu ;
- Ajouter 20ml d'eau distillée bouillie et chauffer ensuite jusqu'au début de l'ébullition ;
- Porter au trait de jauge après refroidissement du filtrat dans un ballon de 100ml ; avec l'eau distillée froide. Cette solution obtenue appelée minéralisât servira pour le dosage du calcium, du phosphore, etc.

2.2.1.11. Détermination des cendres (GROEGAERT, 1958)

1. Principe

Les cendres brutes sont obtenues après calcination à haute température d'un matériel sec. L'échantillon à analyser de poids et d'humidité connus est chauffé au four électrique jusqu'à sa calcination complète en cendre.

2. Mode opératoire

On prélève 2 gr de poudre préalablement séchée à l'étuve à 150°C dans un creuset taré. On introduit le creuset dans le four à moufle, chauffé pendant 4 à 5 heures à 550°C. On laisse refroidir dans l'étuve à 105°C, puis dans le dessiccateur et enfin on le pèse.

3. Calcul

La teneur à cendre brute est donnée par l'expression suivante :

$$\% \text{ CB} = \frac{P_2}{P_1} \times 100$$

Avec P_1 = Poids de l'échantillon avant calcination ;

P_2 = Poids de l'échantillon après calcination

%CB = Pourcentage de cendres brutes dans la manière sèche.

2.2.1.12. Dosage du calcium (Charlot, 1960)

1. Principe

Le dosage du calcium a été effectué par la méthode complexométrique de l'EDTA. En effet, le sel bisodique de l'acide éthylène diamine tétra-acétique (EDTA) forme des complexes avec les métaux bi- et trivalents. Il donne avec l'ion Ca^{2++} un complexe très stable en milieu alcalin. Le titrage se fait en présence d'un indicateur, le calcon qui fait virer la solution du rouge-violet en bleu à la fin du titrage. Comme la plupart de ces cations sont aussi complexés dans la même condition, il est nécessaire de les éliminer du milieu réactionnel par le triéthanolamine.

2. Réactifs

Les principaux réactifs utilisés pour le dosage de calcium sont :

- KCN 1% (1gr/100ml) ou pyridine ;
- Chlorhydrate de triéthanolamine (133ml de triéthanolamine + 86,4ml de HCl concentré ramené à 1l avec de l'eau distillée)
- NaOH 2N (80gr/l)
- EDTA 0,02N(3,72gr/l) ;
- Calcons 0,4% (0.2gr de calcons/50ml de méthanol)

3. Mode opératoire

Les opérations suivantes sont effectuées :

- Prélever exactement 1ml de minéralisât ;
- Introduire dans un Erlenmeyer de 25ml, puis ajouter 2ml d'eau distillée ;
- Ajouter successivement 1ml de KCN, 1ml de chlorure de triéthanolamine ;
- Ajouter lentement du NaOH 2N pour ajuster le pH à 12 (environ 2ml suffit)
- Contrôler le pH à l'aide d'un papier indicateur universel
- Ajouter deux gouttes de la solution de calcon (une pincée)
- La solution prend la coloration rouge-violette ;
- Titrer avec l'EDTA 0,02N jusqu'au virage au bleu.

4. Calcul

Gramme de calcium dans 100gr de MS = $V.N. \cdot 20$ (ONYAMBOKO et TCHATCHAMBE, 1988).

MS = Matière sèche

V = Nombre de ml de EDTA utilisé pour le titrage

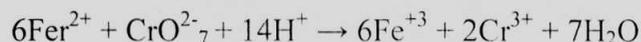
N = Normalité de l'EDTA (0,02N) et

20 = Facteur de dilution

2.2.1.13 Dosage de fer (DESSART et al, 1973)

1. Principe

Le dosage de fer est basé sur la relation suivante :



Le terme de titrage est repéré par le diphénylamine, indicateur interne qui produit une coloration bleue violette dans la solution au point d'équivalence.

2. Réactifs

Les réactifs utilisés sont :

- Solution de H_2SO_4 concentré, H_3PO_4 concentré, H_2O dans les proportions 1 : 1 : 5 ;
- Indicateur diphénylamine 1% dans H_2SO_4 concentré ;
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,01N (bichromate de potassium)

3. Mode opératoire

Les opérations suivantes sont effectuées:

- Prélever 2ml de l'extraction ;
- Ajouter 2ml de H_2SO_4 concentré/ H_3PO_4 concentré H_2O (1 : 1 : 5)
- Ensuite ajouter 3 gouttes de l'indicateur diphénylamine 1% dans H_2SO_4 concentré et titré avec $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,01N ;
- L'apparition de la coloration bleue violette persistante indique la fin du titrage.

4. Calcul

Le % de fer est donné par la formule suivante : % de fer = $V_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times 1,675$
(ONYAMBOKO et TCHATCHAMBE, 1988)

Où

$V_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}$ = Volume de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ utilisé pour le titrage

1,675 = Facteur tenant compte de dilution ;

% fer = Pourcentage de fer.

2.2.1.14. Dosage de magnésium (CHARLOT, 1966)

Le magnésium a été dosé par complexation de la somme de Ca^{2+} et Mg^{2+}

1. Principe

Le principe est exactement le même que celui de la détermination de calcium. Mais ici ; on complexe le magnésium sous forme de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ on travaille à pH inférieur à 12 (pH = 10).

On maintient le pH en utilisant le tampon ammoniacal.

2. Réactifs

Les réactifs utilisés sont :

- EDTA 0,02N (3,72gr/l) ;
- Tampon ammoniacal $\text{NH}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$, pH 10 (3,5gr de NH_4Cl + 30ml de NH_4OH 25% ramènera à 50ml de solution avec de l'eau distillée).
- Indicateur noir d'ériochrome T (0,2gr + 300gr NaCl) ;
- KCN 1% (1gr/100ml)

3. Mode opératoire

Les manipulations suivantes sont effectuées :

- Pipeter 10ml de minéralisât ;
- Introduire dans un Erlenmeyer de 250ml puis porter à 50ml avec de l'eau distillée ;
- Ajouter successivement 2ml de KCN ; 10ml de tampon ammoniacal (vérifier le pH et l'ajouter à 10) et une pincée de noir d'ériochrome T, la solution prend une coloration rouge violette ;
- Titrer lentement avec EDTA 0,02N jusqu'à l'apparition de la coloration « bleu franc ou bleu délavé ».

5. Calcul

La teneur en magnésium est donnée par la formule suivante : gramme de magnésium dans

$$100\text{gr de MS} = \frac{(V_1 - V_2) \cdot N \cdot FC \cdot 12 \cdot 10^{-3} \cdot 10^2 \cdot 10^2}{P \times a}$$

Où V_1 = Nombre de ml de l'EDTA pour la somme de Ca + Mg ;

V_2 = Nombre de ml de l'EDTA de Ca ;

N = Normalité de l'EDTA (0,02N) ;

FC = Facteur de correction de l'EDTA (1,064) ;

a = Aliquote (10ml)

P = Poids de l'échantillon pour incinération (1gr) ;

10^{-3} = Facteur de conversion de mg en gr ;

10^2 = Volume total du minéralisât (extrait) ;

12 = Milliéquivalent Mg^{2+}

$10^2 = 100\text{g}$ de matière sèche.

2.2.1.15. Dosage de phosphore (CHARLOT, 1966)

1. Principe

Les orthophosphates forment avec le molybdate en milieu acide de sel soluble, le complexe qui se forme est réduit par le molybdène. Il se forme un complexe soluble de couleur bleue. L'intensité de couleur de la solution est proportionnelle à la quantité de phosphate présent.

2. Réactifs

Les réactifs suivants sont utilisés :

- Solution Molybdique

a) - Dissoudre 50gr de molybdate d'ammonium dans 400ml d'eau distillée chauffé à 50°C

- Filtrer et laisser refroidir

b) - Diluer 500ml d'acide sulfurique concentré dans l'eau de manière à obtenir environ 1600ml. Laisser refroidir puis mélanger a) et b), porter à deux litres, conserver à l'abri de la lumière.

- Solution réductrice

a) - Dissoudre 1,25gr de $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dans 40ml de HCl 1N ;

b) - Filtrer et porter à 250ml (la solution doit être de quantité garantie)

3. Mode opératoire

On prélève 2ml de minéralisât, on y ajoute 1ml de la solution molybdique. On y ajoute ensuite 1ml de la solution réductrice et on lit la densité optique au spectrophotomètre après développement de la coloration bleue à 420nm

N.B. Pour le blanc on utilise 2ml d'eau distillée à la place de l'échantillon (minéralisât) et on procède de la même façon.

4. Calcul

La lecture de la matière sèche en phosphore est donnée par la relation suivante :

$$\%P = \frac{D.O.I_N}{D.O.S_T} \times 1,25 \cdot 10^{-1} \text{ (ONYAMBOKO et TCHATCHAMBE, 1988)}$$

Avec % P = Pourcentage de phosphore dans la matière sèche

D.O.S_t = Densité optique standard

D.O.I_n = Densité optique inconnue

0,125 = facteur de dilution

2.3. Analyses qualitatives

2.3.1. Test qualitatif d'oxalate (FEIGL et *al*, 1966)

1. Réactif

Le seul réactif utilisé ici est la poudre de diphénylamine

2. Procédure

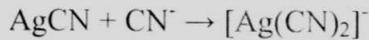
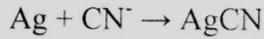
Les opérations suivantes sont effectuées :

- Prendre un peu de poudre ou fragment de l'échantillon et mettre dans un tube à essai ;
- Ajouter la poudre de diphénylamine et mélanger,
- Chauffer à la flamme jusqu'à fondre la diphénylamine en présence de l'échantillon ;
- L'apparition de la coloration bleue indique la présence d'oxalate, si non le test est déclaré négatif.

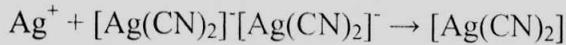
2.3.2. Test de cyanures (DESSART et JODOGNE, 1973)

1. Principe

Une solution de cyanure traité par nitrate d'argent donne un précipité blanc du AgCN à la zone de contact de 2 solutions. Le précipité est soluble après agitation de la solution dont le sel alcalin est soluble :



Lorsque la réaction de complexation est déterminée, l'addition en excès d'ion Ag^+ donne un précipité blanc de cyanure d'argent :



Le terme du titrage est indiqué par l'apparition d'un trouble dans la solution.

2. Réactif

Le seul réactif utilisé ici est la solution de nitrate d'argent.

3. Mode opératoire

On suit le mode opératoire suivant :

- On met une solution d'échantillon dans un tube à essai et ;
- On y ajoute progressivement la solution de nitrate d'argent jusqu'à son excès afin d'observer la formation d'un précipité blanc.

2.3.3. Test qualitatif pour les nitrates (FRETS et VINZENZ, 1966)

Pour tester qualitativement les nitrites, il faut prendre un peu de poudre de diphénylamine, le mélanger avec l'acide sulfurique concentré. Un petit volume d'eau distillée est ajouté. Lorsque la dissolution est complète une bonne quantité d'acide sulfurique concentré est ajouté à environ 1mg de solution fine du réactif.

Concrètement, pour mettre en évidence la présence du nitrate, on procède comme suit :

- On prend un peu de poudre qu'on met dans un tube essai ;
- Et on y ajoute dans le tube 0.5ml du réactif obtenu dans l'étape ci-haut,
- L'apparition de la couleur bleue indique la présence de nitrate.

2.3.4. Test qualitatif pour le nitrite (DESSART et JODOGNE, 1993)

1. Principe

Le KMnO_4 en solution acide est décoloré par le nitrite. Il y a formation d'ion Mn^{2+} incolore suivant la réaction :



2. Procédure

On met une solution de KMnO_4 acidifié dans un tube à essai et on ajoute progressivement la solution d'échantillon. S'il y a la décoloration de KMnO_4 nous avons un test positif si non le test est négatif.

2.4.. Analyse qualitative des groupes phytochimiques

2.4.1. Détection des alcaloïdes (WOME, 1985)

1. Réactifs

Les réactifs utilisés pour ce test sont:

- Ammoniaque 12,5% ;
- Réactif de Drangerdoff
- 1,5gr nitrate de bismuth + 50ml d'eau distillée + 20ml d'acide acétique glacial (CH_3COOH)
- 10gr de KI + 40ml d'eau distillée ;

- Mélanger la solution a et b
- Réactif de Meyer (6.77gr de HgCl_2 + 25gr de KI dissout dans 100ml d'eau distillée :
- Acide chlorhydrique ;
- Acétate d'éthyle.

2. Mode opératoire

On prend 1gr de poudre de l'organe et qu'on laisse en macération dans 10ml d'une solution de HCl 1% pendant 24 heures. Après une agitation de deux heures, dans un flacon fermé contenant 45ml d'acétate. Après filtration, la solution sera introduite dans une ampoule à décanter et épuisée par l'action de 5ml de HCl 0,5N. Le Macéré est filtré et testé avec quelques gouttes de réactif de Drangerdorff. Les alcaloïdes forment un précipité rouge avec les réactifs de Drangerdorff. Ceci prouve que le test est positif dans le cas contraire, il est négatif : soit un précipité blanc avec la réaction de Meyer.

2.4.2. Détection de Flavonoïdes (WEAST & ROBERT, 1970)

1. Réactifs

Les réactifs utilisés sont :

- Ethanol (95%)
- Acide chlorydrique concentré :
- Copeau de magnésium ;
- Alcool iso amylique

2. Mode opératoire

On infuse 5gr de matériel en morceaux dans 45ml d'eau distillée bouillante pendant 30 minutes puis on filtre et de la solution obtenue, on prélève 5ml de filtrat et on y ajoute 5ml d'éthanol à 95% 2ml d'eau distillée, 2ml d'HCl concentré, 0.5gr de copeaux de magnésium et 5 gouttes d'alcool isoamylique. L'apparition d'une coloration rose, orange ou rouge violacée dans la couche sur nageante d'alcool isoamylique indique la présence d'un flavonoïde.

2.4.3. Détection des tanins (WEAST & ROBERT, 1970)

1. Réactifs

Le réactif utilisé ici est la solution de chlorure ferrique 1%

2. Mode opératoire

A 5ml de l'infusé obtenu dans le test de flavonoïde, on ajoute 5 gouttes d'une solution de chlorure ferrique 1%, l'apparition d'un précipité montre que le test est positif, dans le cas contraire le test est négatif.

2.4.5. Détection de stérols et terpènes (WEAST & ROBERT, 1970)

1. Réactifs

Les réactifs utilisés sont :

- Ether diéthylique
- Anhydride acétique
- H₂SO₄ 32%

2. Mode opératoire

On prend un gramme de matériel grossièrement broyé qui est mis à macération pendant 24 heures dans une fiole contenant 20ml d'éther diéthylique. Quelques gouttes (environ 5 gouttes) de la solution en macération sont évaporées sur un verre de montre.

Le résidu est repris par 2 gouttes d'anhydride acétique. L'addition d'une goutte d'acide sulfurique 32% donne en présence des composés stéroliques, une coloration mauve virant au vert, si non le test est déclaré négatif.

CHAPITRE TROISIEME: RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. LES SUBSTANCES NUTRITIVES

3.1.1. Humidité

Les valeurs de l'humidité chez les plantes analysées sont données par les figures 13, 14 et 15.

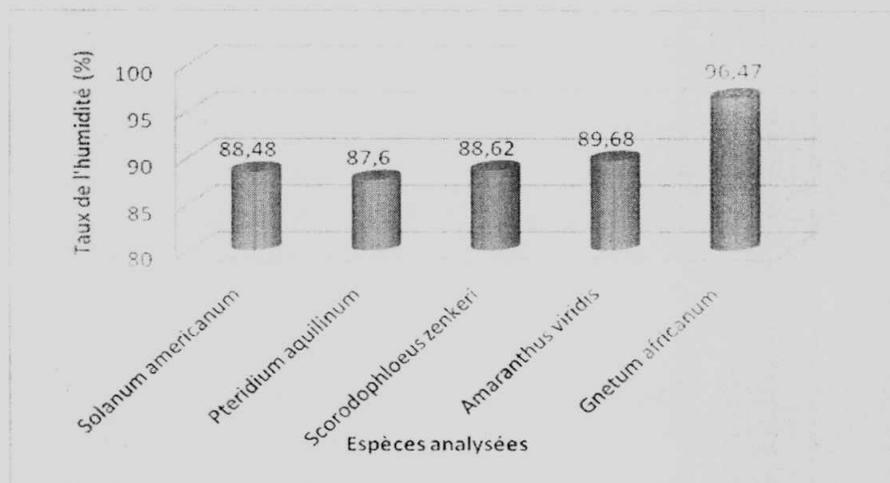


Fig. 13 : Taux d'humidité des plantes (feuilles) analysées.

Il ressort de cette figure 13 que le taux d'humidité dans les feuilles des plantes alimentaires sauvages analysées varie entre 87,6% (*Pteridium aquilinum*) et 96,47% (*Gnetum africanum*). En considérant les résultats de travaux antérieurs sur l'analyse du taux d'humidité des plantes alimentaires sauvages tels que mentionnés par ONYAMBOKO *et al.* (1988), il a été montré que plusieurs légumes ont un taux d'humidité variant de 71 à 94%. Ce qui est en rapport avec les feuilles de nos plantes.

En comparant nos données avec celles de LANNOY (2001), nous voyons que les feuilles de nos plantes contiennent plus d'eau que celles de chou frisé (84,6g) et de chou cabus (93g). Les feuilles d'*Amaranthus viridis* sont plus riche en eau que celles d'*Amaranthus cruentus* mais ont presque la même valeur que celles d'*Amaranthus tricolor*.

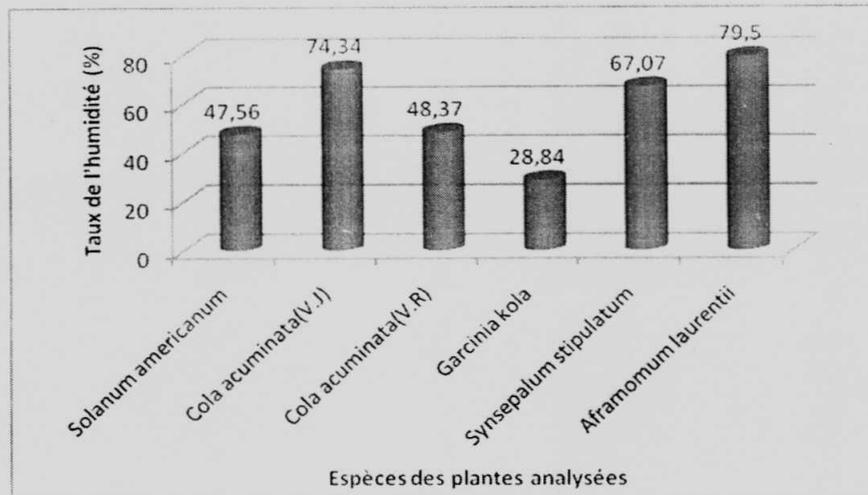


Fig. 14: Taux d'humidité des plantes (fruits) analysées.

La figure 14 montre que la teneur en humidité des fruits des plantes alimentaires sauvages étudiées varie entre 28,84 (chez *Garcinia kola*) et 79,5% (chez *Aframomum laurentii*). Les fruits d'*Aframomum laurentii* et le noix de *Cola acuminata* var jaune respectent ce qui a été prouvé par ONYAMBOKO *et al.* (1988) tandis que les autres fruits ont un taux d'humidité inférieure. En référant nos données avec celles de LANNON (2001), nous remarquons que les fruits de nos plantes contiennent moins d'eau que la tomate (93,8g).

Selon MALAISSE (1997), la teneur en eau d'*Aframomum alboviolaceum* est de 89,0g, celle d'*Aframomum polyanthum* 80g, de *Garcinia buchneri* et de *G. huillensis* respectivement 84,8g et 83,0g. Quant à ce qui nous concerne, *Aframomum laurentii* contient presque la même quantité d'eau que *Aframomum polyanthum* mais moins d'eau que *Aframomum alboviolaceum*. *Garcinia kola* est moins riche en eau que les deux autres espèces de *Garcinia* analysées par cet auteur.

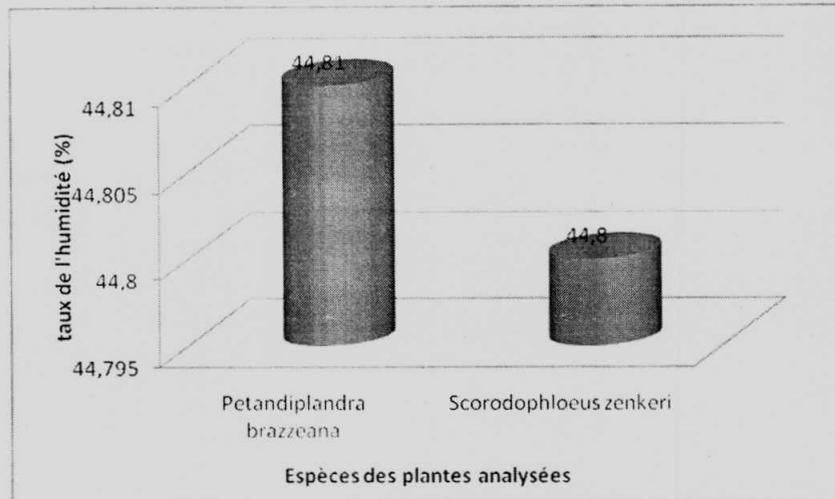


Fig. 15 : Taux d'humidité des plantes analysées.

La figure 15 révèle que le taux d'humidité des plantes étudiées varie entre 44,80 (écorce de tige de *Scorodophoeus zenkeri*) et 44,810 (racines de *Pentadiplandra brazeana*)

3.1.2. Acide citrique

Les résultats des analyses chimiques concernant l'acide citrique dans les feuilles de quelques plantes alimentaires sauvages (PAS) est présenté par la figure 16.

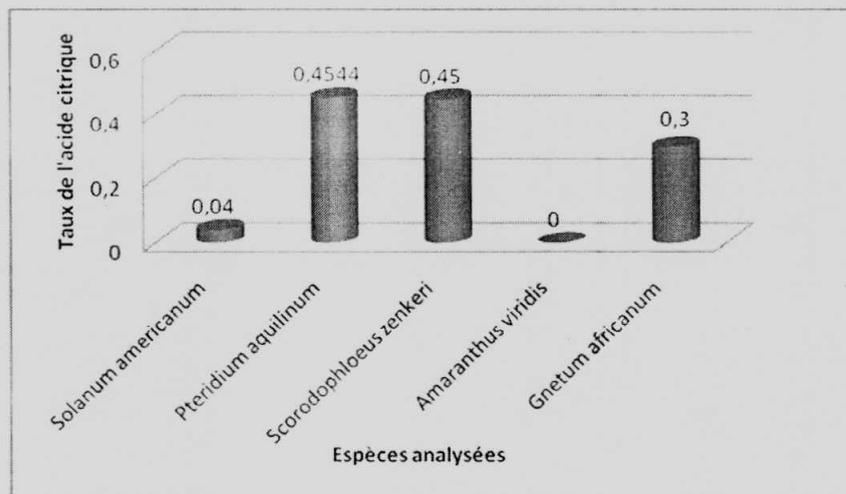


Fig. 16: L'équivalent d'acide citrique (miliéquivalent) dans les feuilles de différentes espèces Analysées.

La figure 16 montre que la teneur en équivalent d'acide citrique dans plantes alimentaires sauvages analysées lors de cette étude varie entre 0,02 et 0,4544. Cette teneur est plus élevée dans les feuilles de *Pteridium aquilinum* et de *Scorodophloeus zenkeri* tandisqu'elle est plus faible chez *Amarathus viridis*. L'équivalent d'acide citrique dans les fruits de quelques PAS est présenté dans la figure 17.

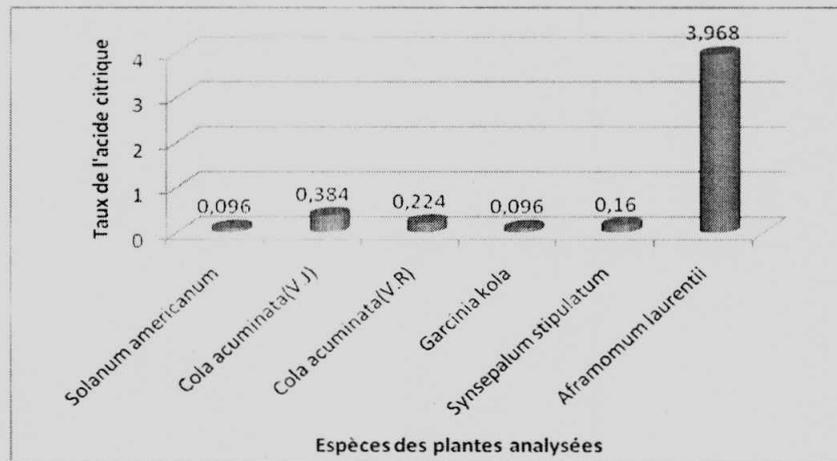


Fig. 17: L'équivalent d'acide citrique (milliéquivalent) dans les fruits différentes espèces de plantes Analysées.

Il ressort de cette figure 17 que dans les fruits des plantes analysées, la teneur en équivalent d'acide citrique varie entre 0,096 (*Solanum americanum* et *Garcinia kola*) et 3,968 (*Aframomum laurentii*). C'est *Aframomum laurentii* qui présente une teneur élevée en cette substance (3,969 méq).

L'équivalent d'acide citrique dans les racines et les écorces de fruits de 2 PAS est présenté dans la figure 18.

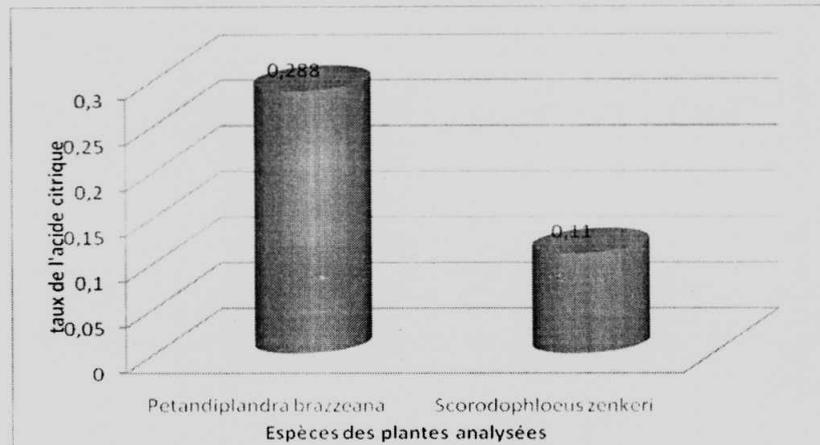


Fig. 18: L'équivalent d'acide citrique (milliéquivalent) dans les racines et les écorces de 2 plantes analysées.

Les résultats de la figure 18 montrent que le taux de l'équivalent d'acide citrique chez les plantes analysées varie entre 0,11 (écorce de tige de *Scorodophloeus zenkeri*) et 0,288 (racines de *Pentadiplandra brazzeana*).

3.1.2. Lipides

Les résultats d'analyses chimiques des lipides dans les feuilles des plantes analysées sont présentés dans la figure 19

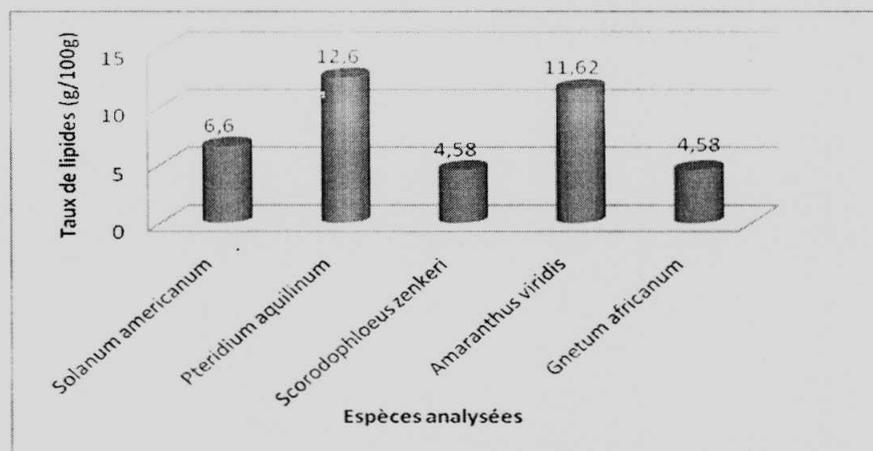


Fig.19 : Variation de la teneur en lipides dans les feuilles des plantes (feuilles) étudiées.

La figure 19 montre que la teneur en lipides des feuilles des plantes alimentaires sauvages analysées varie entre 4,58 (Chez *Gnetum africanum* et *Scorodophoeus zenkeri*) et 12,6g (Chez *Pteridium aquilinum*). Les feuilles de *Pteridium aquilinum* occupent la première place avec 12,6g suivi de celles d'*Amaranthus viridis* avec 11,62g, suivi de celles de *Solanum americanum* avec 6,6g, suivi enfin de celles des *Gnetum africanum* et de *Scorodophoeus zenkeri* avec 4,58g.

Sur le plan de nutrition humaine, les lipides sont des substances qui interviennent dans la fonction des tissus adipeux à partir des acides saturés ou poly-saturés ou poly- insaturés. Ils sont une source d'énergie avec une production de 9 calories/1gr. De ces résultats, nous remarquons que les plantes alimentaires sauvages analysées peuvent être considérées comme des ressources permanentes en calories.

Ainsi, les fruits de *Garcinia kola*, de *Synsepalum stipulatum* et d'*Aframomum laurentii* et *Solanum americanum* ainsi que les feuilles de *Pteridium aquilinum*, d'*Amaranthus viridis* et de *Solanum americanum* doivent être incorporés dans l'alimentation humaine, dans les conditions actuelles des ménages de Kisangani. En comparant les présentes données avec celles de LANNOY (2001), nous remarquons que toutes les feuilles de nos plantes contiennent beaucoup plus de lipides que le chou frisé (0,8g). En se référant aux données de DEGROOTE (1965), nous voyons que toutes nos plantes sont plus riches en lipides que le *Psophorcapus scandens* (1,3g).

En référant nos données avec celles de MALAISSE (1997), nous remarquons que les feuilles de *Pteridium aquilinum* de notre étude renferment une quantité importante de lipides que celles de la même espèce analysée par cet auteur. Cette différence peut être due au type de sol et du climat. Les feuilles de *Solanum americanum* contiennent moins de lipides que celles de *Solanum nigrum* (10,0g/100g).

Les feuilles de *Gnetum africanum*, de *Scorodophloeus zenkeri*, d'*Amaranthus viridis*, de *Pteridium aquilinum* et de *Solanum americanum* sont plus riches en lipides que celles d'*Adenia gummerifera* var. *gummerifera* (3,9g/100g), d'*Alternanthera sessilis* (1,8g/100g), de *Capsicum* sp. (3,6g/100g), de *Fagara chalybea* (3,1g/100g) et de *Sesamum angolense* (1,5g/100g).

La variation de la teneur en lipides dans certains fruits est présentée dans la figure 20.

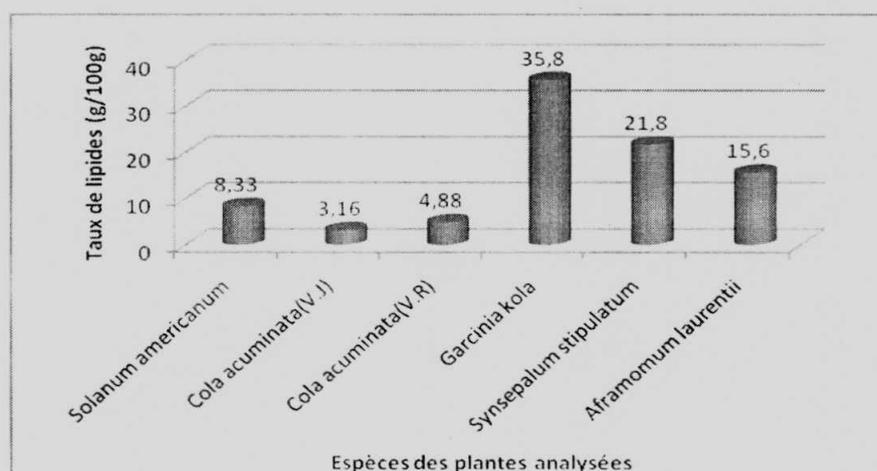


Fig. 20: Variation de la teneur en lipides chez les plantes (fruits) étudiées.

Il ressort de la figure 20 que la teneur en lipides dans les fruits des plantes étudiées varie entre 3,16 (chez *Cola acuminata* var. jaune) et 35,8g (chez *Garcinia kola*). Les fruits de *Garcinia kola* occupent la première place avec 35,8g, suivi dans l'ordre de ceux de *Synsepalum stipulatum* avec 21,8g, d'*Aframomum laurentii* avec 15,6g, de *Solanum americanum* avec 8,33g, et enfin de ceux de *Cola acuminata* var. rouge avec 3,16g.

Compte tenu de leur origine végétale, ces lipides (Phytostérols) contenus dans les plantes alimentaires sauvages sont capables d'augmenter la formation de LDH cholestérol au sein de l'organisme et peuvent réduire le risque des maladies cardiovasculaires constatées dans notre milieu. Ainsi la consommation des fruits d'*Aframomum laurentii*, de *Garcinia kola* et de *Synsepalum stipulatum* pourrait réduire les risques de ces maladies.

En comparant nos données avec celles de PURSEGLOVE (1976), nous remarquons que tous nos fruits renferment plus de lipides que la tomate (0,1%). En référant nos données avec celles de MALAISSE (1997), nous voyons que les fruits d'*Aframomum laurentii* sont plus riche en matières grasses que ceux d'*Aframomum alboviolaceum* (2,5/100g) et d'*Aframomum albolyanthus* (1,4g/100g). Par contre les fruits de *Garcinia kola* contiennent plus de lipides que de *Garcinia huillensis* (3g/100g) et de *Garcinia buchneri* (2,8g/100g).

La variation de la teneur en lipides dans les racines et écorces analysées sont présentés dans la figure 21.

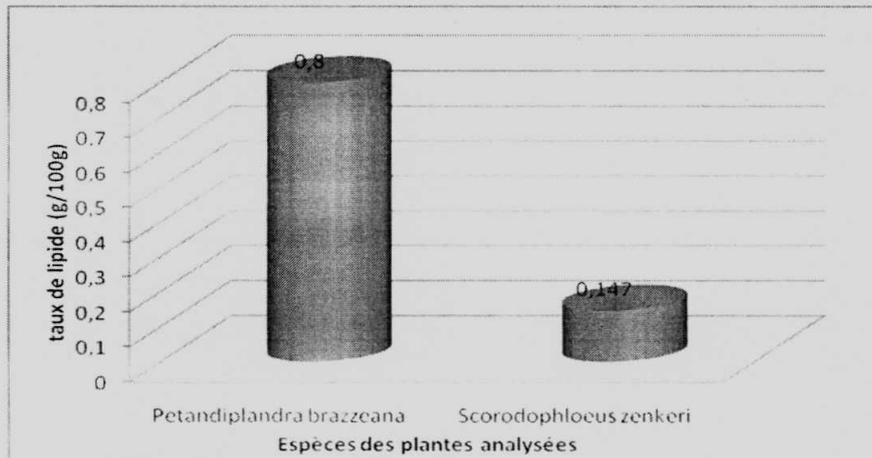


Fig. 21: Variation de la teneur en lipides chez les plantes (racines et écorces) étudiées.

La figure 21 montre que la teneur en lipides dans les racines et écorces de tige des plantes étudiées varie entre 0,147g chez l'écorce de tige de *Scorodophloeus zenkeri* et 0,8g chez les racines de *Petandiplandra brazzeana*.

En référant nos données avec celles de JANSSENS (2001), nous remarquons que les racines et l'écorce des PAS analysées sont plus riche en lipides que la pomme de terre (0,1%).

3.1.3. Protéines

La variation de la teneur en protéines dans les feuilles analysées est présentée dans la figure 22

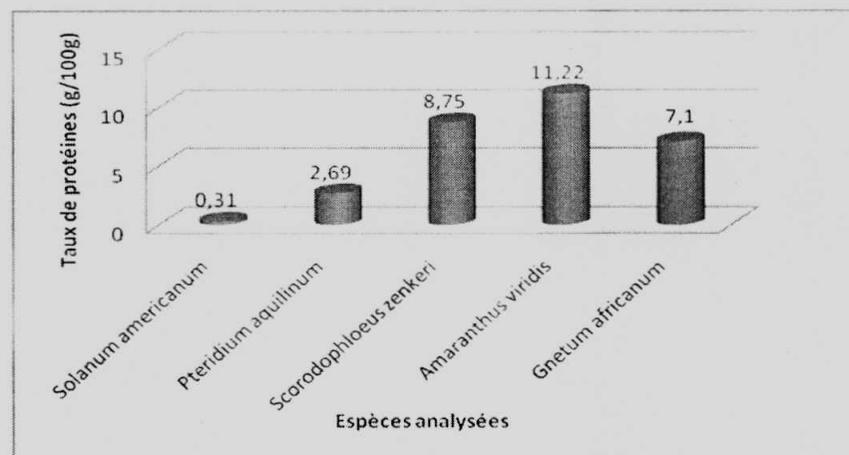


Fig. 22: La variation de la teneur en protéines brutes chez les plantes (feuilles) étudiées

Il ressort de cette figure 22 que les feuilles des plantes étudiées ont une teneur en protéines variant entre 0,31g (chez *Solanum americanum*) et 11,22g/100g chez *Amaranthus viridis*. Les feuilles de *Scorodophloeus zenkeri* occupent la deuxième position avec 8,75g/100g après celles d'*Amaranthus viridis* (11,22g), suivi de celle de *Gnetum africanum* avec 7,1g, suivi de celles de *Pteridium aquilinum* avec 2,69g, suivi enfin de celles de *Solanum americanum* avec 0,31g/100g.

En comparant nos données avec celles de LANNOY (2001), nous voyons que les feuilles d'*Amaranthus viridis*, de *Scorodophloeus zenkeri* et de *Gnetum africanum* ainsi que les fruits *Synsepalum stipulatum*, d'*Aframomum laurentii*, et les noix de *Cola acuminata*, variété rouge et les racines de *Pentandiandra brazzeana* sont plus riches en protéines que les feuilles d'*Amaranthus cruentus* (4,6g/100g), d'*Amaranthus tricolor* (3,6g/100g), de chou cabus (1,6g/100g) et de chou frisé (3,5g/100g).

Les feuilles des plantes alimentaires sauvages analysées peuvent suppléer à la carence des protéines végétales dans l'alimentation des pays sous développés. Compte tenu de l'insuffisance en protéines animales, la consommation de ces plantes alimentaires sauvages peut être encouragée par la population de la ville de Kisangani. Cependant, la composition en acides aminés de ces protéines doit être étudiée.

Comparativement aux données de MALAISSE (1997), nous remarquons que les feuilles de *Pteridium aquilinum* contiennent plus de protéines que celle de la même plante trouvée par cet auteur (0,3g/100g). Cette différence peut être expliquée comme plus haut par le type de sol et de climat.

La variation de la teneur en protéine dans les fruits analysés est présentée dans la figure 23

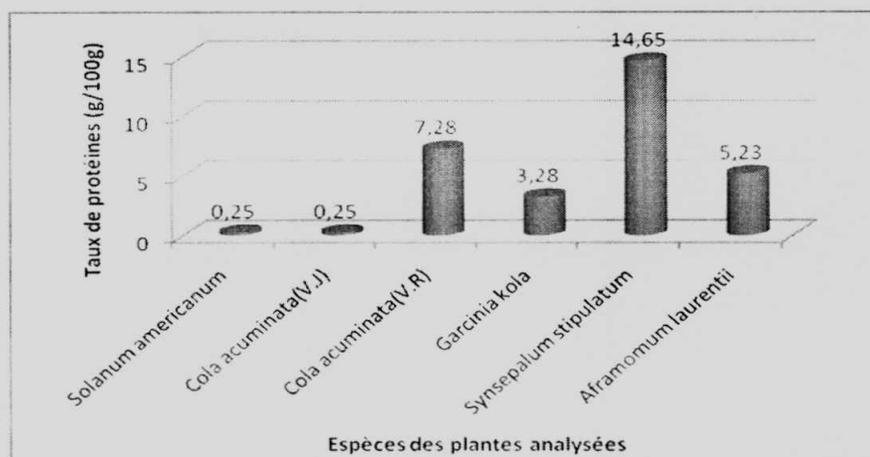


Fig. 23: La variation de la teneur en protéines brutes chez les plantes (fruits) étudiées

La figure 23 montre que la teneur en protéines dans les fruits des plantes alimentaires sauvages analysées varie entre 0,25 (*Solanum americanum* et *Cola acuminata* var. jaune) et 14,65g/100g (*Synsepalum stipulatum*). Les fruits de *Synsepalum stipulatum* occupent la première position avec 14,65g/100g, suivi de ceux de *Cola acuminata* var. rouge avec 7,28g/100g, suivi de ceux d'*Aframomum laurentii* avec 5,23g/100g, suivi de ceux de *Garcinia kola* avec 3,28g/100g, suivi enfin de ceux de *Solanum americanum* et de *Cola acuminata* var. jaune avec 0,28g/100g.

En référant nos données avec celles de LANNOY (2001), nous remarquons que les fruits des plantes alimentaires sauvages étudiées renferment plus de protéines que la tomate (1,2g/100g). Ainsi, ces fruits doivent être consommés pour réduire le risque de la malnutrition protéino-énergétique dans nos milieux. Comparativement aux données de MALAISSE (1997), nous voyons qu'ils dépassent légèrement ceux d'*Aframomum polyanthum* (5,1g/100g) mais fortement ceux d'*Aframomum alboviolaceum* (1g/100g) en protéines. Les fruits de *Garcinia kola* sont moins riches en protéines que ceux de *Garcinia buchneri* (3,7g/100g) et de *Garcinia huillensis* (4,5g/100g). Le *Solanum*

americanum contient moins de protéine que le *Solanum nigrum* (17,5g/100g). Toutes les plantes analysées renferment plus de protéines que le *Canthium crassum* (0,2g/100g) et le *Cyphostemma sp.* (0,2g/100g).

La variation de la teneur en protéines dans les racines et écorces analysées sont présentés dans la figure 24

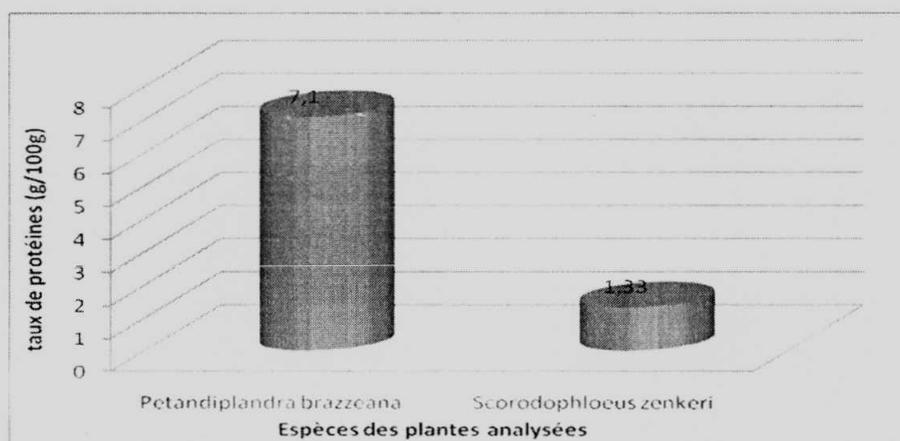


Fig. 24: La variation de la teneur en protéines brutes chez les plantes (racines et écorces) étudiées

Cette figure 24 montre que la teneur en protéines brutes de racines et de l'écorce de tige des plantes alimentaires sauvages analysées varie entre 1,33 (*Scorodophloeus zenkeri*) et 7,1g/100g (*Petadiphandra brazzeana*). Cette dernière plante vient en première position suivi de l'écorce de tige de *Scorophloeuse zenkeri*.

En comparant nos données avec celles de LANNOY (2001), nous remarquons que les racines et l'écorce de tige des plantes analysées renferment plus de protéines que la carotte (1,1g/100g) et l'oignon (1,6/100g). Ainsi, ces parties des plantes peuvent être consommées pour lutter contre la malnutrition dans nos milieux.

3.1.5. Les vitamines

La teneur des plantes étudiées en vitamine A est donnée par les figures 25, 26 et 27.

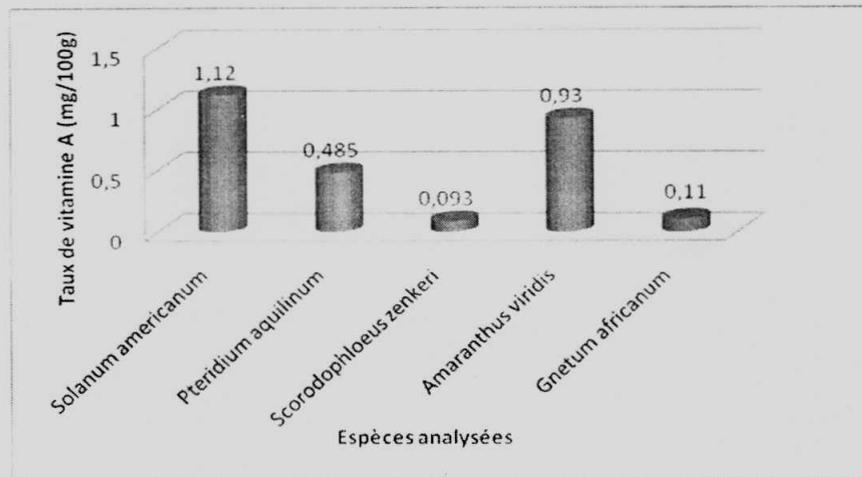


Fig. 25: La teneur en vitamines A des plantes (feuilles) étudiées

Dans cette figure 25, nous remarquons que la teneur en vitamine A dans les feuilles des plantes alimentaires sauvages analysées varie entre 0,093g/100g pour celles de *Scorodophloeus zenkeri* et 1,12 mg/100g pour celles de *Solanum americanum*. Les feuilles de *Solanum americanum* en sont les plus riches avec 1,12mg/100g, suivie dans l'ordre de celles d'*Amaranthus viridis* avec 0,93mg/100g de *Pteridium aquilinum* avec 0,485mg/100g de *Gnetum africanum* avec 0,11mg/100g et enfin de celles de *Scorodophloeus zenkeri* avec 0,093mg/100g.

Les feuilles d'*Amaranthus viridis*, de *Pteridium aquilinum* et *Solanum americanum* ont une valeur en vitamine A supérieure à celle de chou cabus (0,3mg/100g) mais inférieure à celle d'*Amaranthus cruentus* (5,7mg/100g) et d'*Amaranthus tricolor* (6,5mg/100g) le *Solanum americanum* dépasse légèrement le chou frisé (1,0mg/100g) en vitamine A.

D'après CHEVALLIER (2003), les besoins journaliers en vitamines A se présentent de la manière suivante : pour les nourrissons, il faut 350 mg de vitamine A ; les enfants de 1 à 7 ans exigent 400µg (g) ; les adolescents de 13 à 15 ans réclament 700g ; les adultes ont besoin de 800g; enfin les femmes enceintes 700g ainsi que les personnes de troisième âge. Dans le cadre de nutrition humaine, la vitamine A a comme fonction de base, favoriser une bonne vision.

Outre cette fonction, elle intervient dans la croissance de toutes les cellules de l'organisme et au renforcement de système immunitaire contre les infections.

Dans la préservation du cancer, il semble qu'un apport élevé de β -carotène est associé à un risque moindre de cancer de poumon. De même, dans de moins fortes proportions, pour les cancers de col utérin, de l'œsophage, de l'estomac et du sein (APFELBAUM et al, 2004).

Ainsi, la consommation des feuilles de *Solanum americanum*, de *Pteridium aquilinum* et d'*Amaranthus viridis*, pourrait renforcer la vision de l'homme, entraîner une croissance de l'organisme, lutter contre les infections, prévenir les cancers et renforcer le système immunitaire suite à des valeurs élevées en vitamine A.

Il est donc impérieux ou nécessaire de promouvoir la consommation de ces plantes au sein des ménages de la ville de Kisangani.

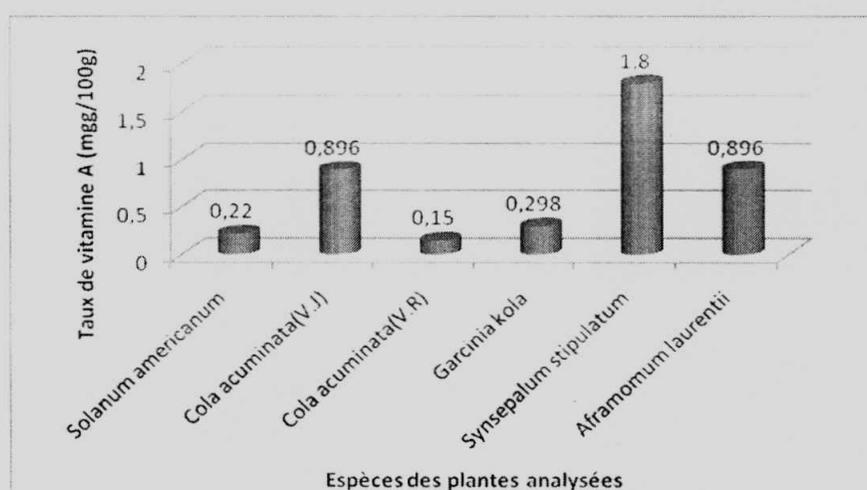


Fig. 26: La teneur en vitamines A des plantes (fruits) étudiées

Les résultats de la figure 26 montrent que la teneur en vitamine A des fruits des plantes étudiées varie entre 0,15mg (*Cola acuminata* var. rouge) et 1,8 mg/100g pour *Synsepalum stipulatum*. Le *Synsepalum stipulatum* occupe la première position avec 1,8mg/100g, suivi de *Cola acuminata* var. jaune et d'*Aframomum laurentii* avec 0,896 mg/100g, suivie de *Garcinia kola* avec 0,298mg/100g, suivi de *Solanum americanum* avec 0,22mg/100g et enfin de *Cola acuminata* var. rouge avec 0,15mg/100g.

Les fruits d'*Aframomum laurentii*, de *Cola acuminata* var. jaune et de *Synsepalum stipulatum* sont plus riches en vitamine A que la tomate (0,5mg/100g), tandis que les autres fruits ont une teneur inférieure à cette dernière (LANNOY, 2001)

Dans la préservation du cancer, il semble qu'un apport élevé de β -carotène est associé à un risque moindre de cancer de poumon. De même, dans de moins fortes proportions, pour les cancers de col utérin, de l'œsophage, de l'estomac et du sein (APFELBAUM *et al.*, 2004)

Ainsi, les fruits d'*Aframomum laurentii*, de *Cola acuminata* var. jaune et de *Synsepalum stipulatum* doivent être incorporés dans l'alimentation humaine pour réduire le risque de ces cancers.

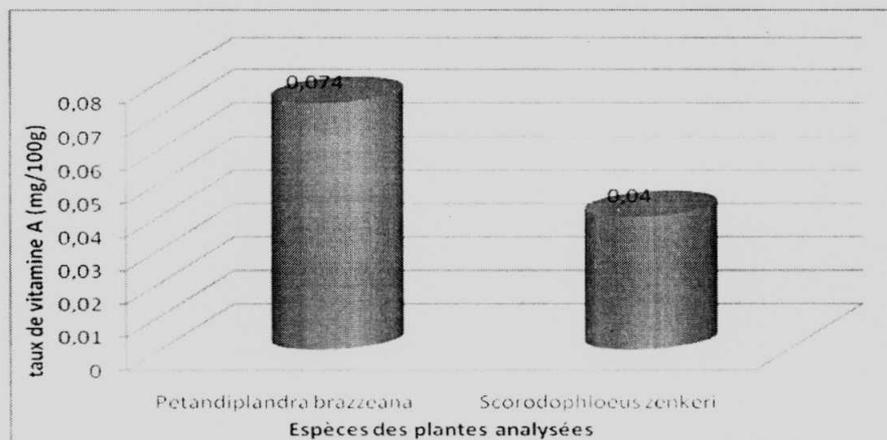


Fig. 27: La teneur en vitamines A des plantes (racines et écorces) étudiées

Il ressort de la figure 27 que le taux de vitamine A dans les racines et l'écorce de tige des plantes étudiées varie entre 0,04 (*Scorodophloeus zenkeri*) et 0,074mg/100g (*Pentadiplandra brazzeana*).

En comparant ces données avec celles de LANNOY (2001), nous voyons que l'écorce de tige et les racines de ces plantes renferment moins de vitamine A que la carotte (4,2mg/100g).

3.1.6 Vitamine B1 ou Thiamine

Les figures 28, 29 et 30 présentent la teneur en Thiamine des différents échantillons des plantes analysées.

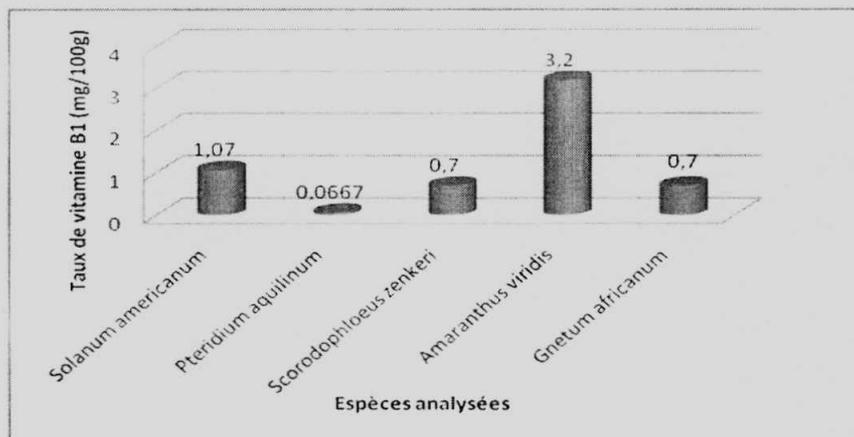


Fig. 28: La teneur en Thiamine des différents échantillons des plantes (feuilles) analysées.

Nous remarquons à partir de la figure 28 que le taux de Thiamine dans les feuilles des plantes alimentaires sauvages analysées varie entre 0,0667mg (*Pteridium aquilinum*) et 3,2 mg/100g (*Amaranthus viridis*). Les feuilles d'*Amaranthus viridis* occupent la première proposition avec 3,2mg/100mg, suivi de celle de *Solanum americanum* avec 1,07 mg/100g, suivi de celles de *Gnetum africanum* et de *Scorodophloeus zenkeri* avec 0,7mg/100g, suivi enfin de celles de *Pteridium aquilinum*.

Sous sa forme d'Ester pyrophosphorique (Cocarboxylase), la vitamine B1 intervient dans plusieurs réactions essentielles du métabolisme des hydrates de carbone, en particulier dans la décarboxylation du glucose par la voie des pentoses (APFELBAUM et al.2004).

La quantité quotidienne de Thiamine nécessaire est fonction du poids corporel, de l'intensité du métabolisme, du niveau d'activité physique et de la composition de la ration alimentaire. Elle est fixée de 1,3 à 1,5 mg/g chez l'adulte, à 1,8 mg/g chez la femme enceinte (APFELBAUM et al.2004).

Ainsi pour se faire, la consommation des feuilles d'*Amaranthus viridis*, et de *Solanum americanum* s'avère nécessaire pour la prévention contre le béribéri et si l'on recherche la vitamine B1 dans l'alimentation.

En référant nos données avec celles de LANNOY (2001), nous voyons que *Amaranthus viridis*, *Gnetum africanum*, *Scorodophoeus zenkeri* et *Solanum americanum* contiennent plus de thiamine que la chou cabus (0,06 mg) qui renferme légèrement une quantité inférieure à celle de *Pteridium quilinum*.

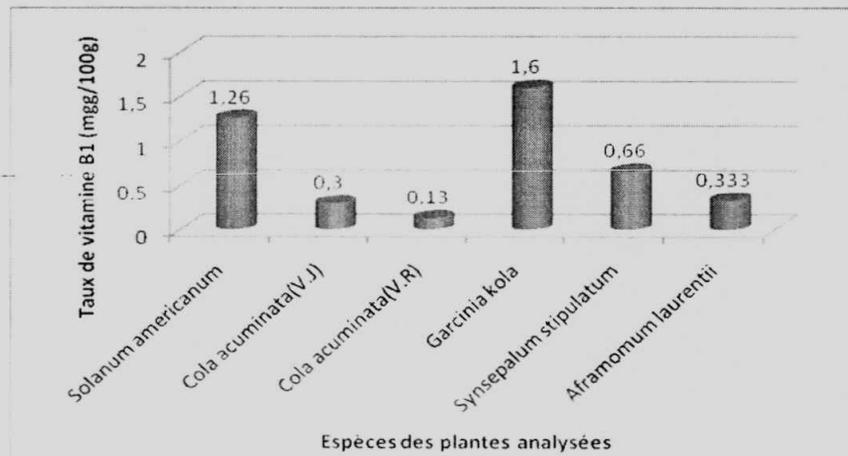


Fig. 29: La teneur en Thiamine des différents échantillons des plantes (fruits) analysées.

La figure 29 montre que la teneur en thiamine des fruits des plantes alimentaires sauvages étudiées varie entre 0,13mg (*Cola acuminata* var. rouge) et 1,6 mg/100g (*Garcinia kola*). Les fruits de *Garcinia kola* occupent la première place avec 1,6 mg/100g, suivi de ceux de *Solanum americanum* avec 1,26 mg/10g, suivi de ceux de *Synsepalum stipulatum* avec 0,66 mg/100g, suivi de ceux de *Cola acuminata* var. jaune avec 0,333mg/100g, suivi de ceux de *Cola acuminata* var.jaune avec 0,3 mg/100g, suivi enfin de ceux de *Cola acuminata* var. rouge.

Ainsi, les fruits de *Garcinia kola* et de *Solanum americanum* doivent être consommés par la population pour la prévention contre le béribéri et si l'on recherche la vitamine B1 dans l'alimentation.

En référant nos données avec celles de LANNOY (2001), nous remarquons que les fruits de *Garcinia kola* et de *Solanum americanum* contiennent plus de thiamine que la tomate (0,06mg/100g).

En comparant nos données avec celles de MALAISSE (1997), nous remarquons que les fruits d'*Aframomum laurentii* sont plus riche en thiamine que ceux d'*Annona senegalensis* (0,10mg/100g) et de *Vitex doniana* (0,14mg/100g).

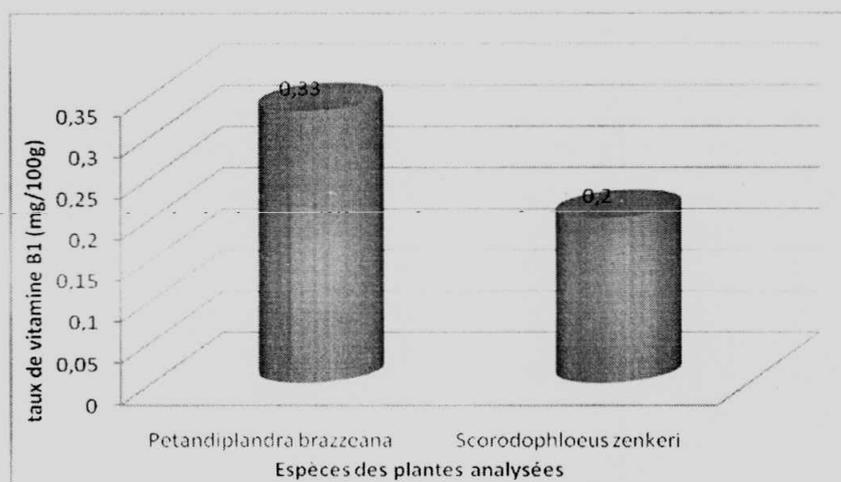


Fig. 30: La teneur en Thiamine des différents échantillons des plantes (racines et écorces) analysées.

Il ressort de la figure 30 que la teneur en thiamine dans les racines et l'écorce de tige des plantes alimentaires sauvages analysées varie entre 0,2mg/ 100g (*Scorodophoeus zenkeri*) et 0,33mg/100g (*Pentadiplandra brazzeana*).

En référant nos données avec celles de LANNOY (2001), nous remarquons que l'écorce de tige de *Scorodophloeus zenkeri* et les racines de *Pentadiplandra brazzeana* sont moins riches en thiamine que la carotte et l'oignon avec chacun 0,06mg/100g.

3.1.7. Vitamine B2 ou Riboflavine.

La variation de la teneur en riboflavine chez les plantes étudiées est donnée par les figures 31, 32 et 33.

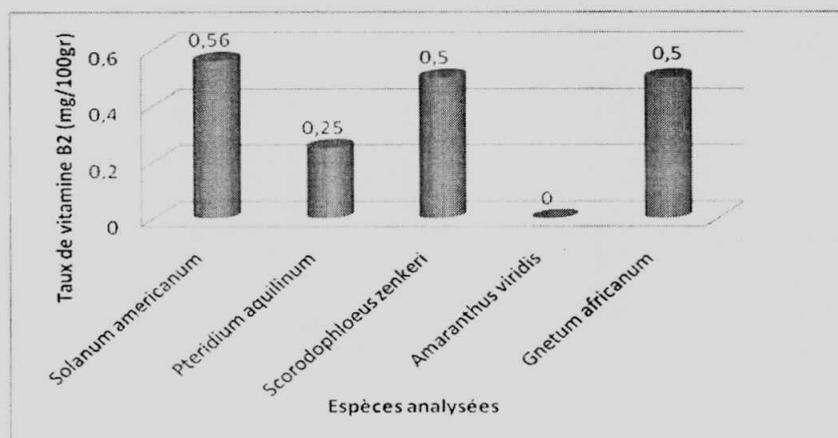


Fig. 31: La variation de la teneur en riboflavine chez les plantes (feuilles) étudiées

La figure 31 montre que le taux de Riboflavine dans les feuilles de différentes plantes alimentaires sauvages analysées varie entre 0 (*Amaranthus viridis*) et 0,56 mg/100g (*Solanum americanum*).

Les feuilles de *Solanum americanum* occupent en 1^{ère} position avec 0,56mg/100g, suivi de celles de *Gnetum africanum* et de *Scorodophloeus zenkeri* avec 0,5mg/100g, suivi de celles de *Pteridium aquilinum* avec 0,25mg/100g, suivi enfin de celles d'*Amaranthus viridis* avec 0mg/100g.

Les besoins journaliers en riboflavine sont de 0,6 mg/100g chez l'enfant selon l'âge, 1,8mg/100g chez l'homme, 1.5 mg pour la femme (grossesse : 2mg/jr ; allaitement : 2.5mg/jr) (APFELBAUM et al, 2004). Ainsi, la consommation des feuilles de *Solanum americanum*, de *Gnetum africanum* et *Scorodophloeus zenkeri* peut contribuer pour la vascularisation corenene ?, le traitement de perlèche (inflammation de la langue) et le dermatite scrotale.

Signalons que LANNOY (2001) indique la teneur en riboflavine de chou cabus est de 0,06mg. En partant de nos résultats, nous constatons que les feuilles de *Pteridium aquilinum*, de *Gnetum africanum*, de *Scorodophloeus zenkeri* et de *Solanum americanum* contiennent plus de riboflavine que le chou cabus. Nos résultats comparés à ceux obtenus par

MALAISSÉ (1997), nous voyons que les feuilles de quatre plantes citées ci-haut sont plus riches en riboflavine que *Annona senegalensis* avec 0,06mg/100g.

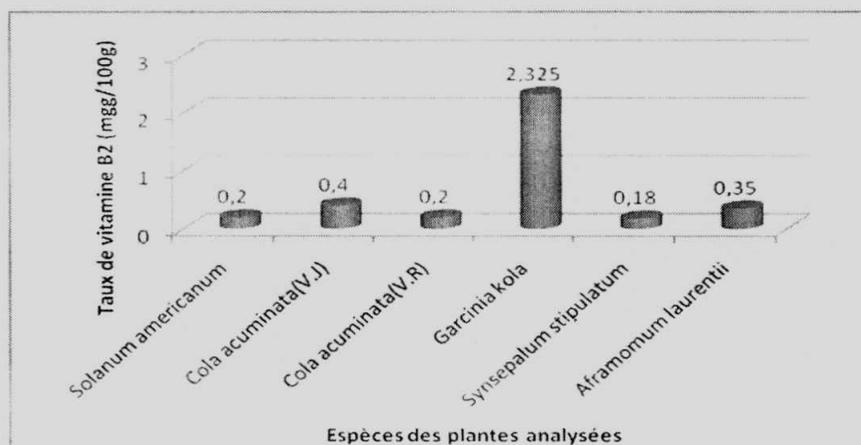


Fig. 32: La variation de la teneur en riboflavine chez les plantes (fruits) étudiées

Il ressort de cette figure 32 que la teneur en riboflavine dans les fruits des plantes alimentaires sauvages étudiées varie entre 0,18mg/100g (*Synsepalum stipulatum*) et 2,325mg/100g (*Garcinia kola*). Le *Garcinia kola* présente la teneur la plus élevée avec 2,325mg/100g, suivi de *Cola acuminata* var. jaune avec 0,4mg/100g, suivie d'*Aframomum laurentii* avec 0,35mg/100g, suivie enfin de *Solanum americanum* et de *Cola acuminata* var. rouge avec chacun 0,2mg/100g. Ainsi, les fruits de *Garcinia kola* doivent être incorporés dans la ration quotidienne de chaque ménage pour couvrir les besoins journaliers en riboflavine.

En référant nos données à celles de LANNON (2001), nous remarquons que tous les fruits des plantes analysées renferment de valeurs de riboflavine au moins cinq fois supérieures à celle de la tomate (0,04mg/100g).

En comparant nos résultats à ceux de MALAISSÉ (1997), nous remarquons que *Aframomum laurentii* est plus riche en riboflavine qu'*Aframomum albobolaceum* (0,07mg/100g). La plupart de nos plantes contiennent plus de riboflavine que *Annona senegalensis* (0,06mg/100g), *Aframomum albobolaceum* (0,07mg/100g) *Vitex doniana* (0,02mg/100g) et l'aubergine (0,07mg/100g)

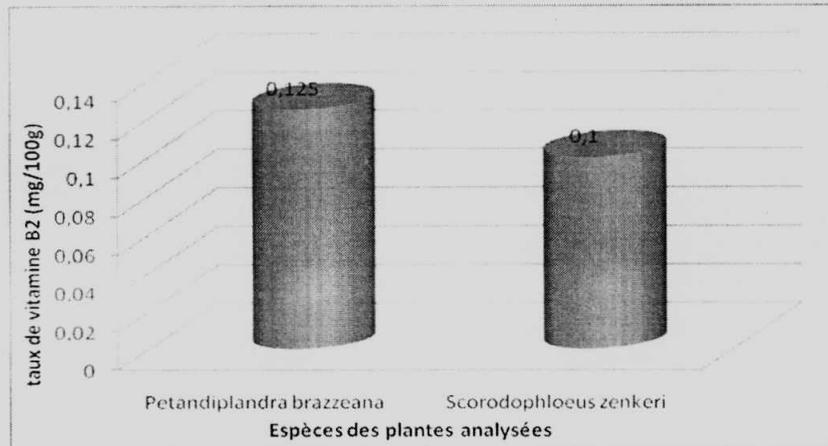


Fig. 33: La variation de la teneur en riboflavine chez les plantes (racines et écorces) étudiées

L'examen de la figure 33 ci-dessus atteste que la teneur en riboflavine dans les racines et écorce de tige des plantes étudiées varie entre 0,1mg (*Scorodophloeus zenkeri*) et 0,125mg/100g (*Pentadiplandra brazzeana*)

Selon LANNON (2001), la teneur en riboflavine de la carotte est de 0,05mg/100g, celle de l'oignon 0,04mg/100g. En partant de nos résultats, nous constatons que les deux plantes étudiées contiennent des valeurs élevées de riboflavine deux fois plus que celles de la carotte et de l'oignon.

3.18. Vitamine B6 ou Pyridoxine.

Les figures 34, 35 et 36 nous donnent la teneur en pyridoxine chez les plantes étudiées.

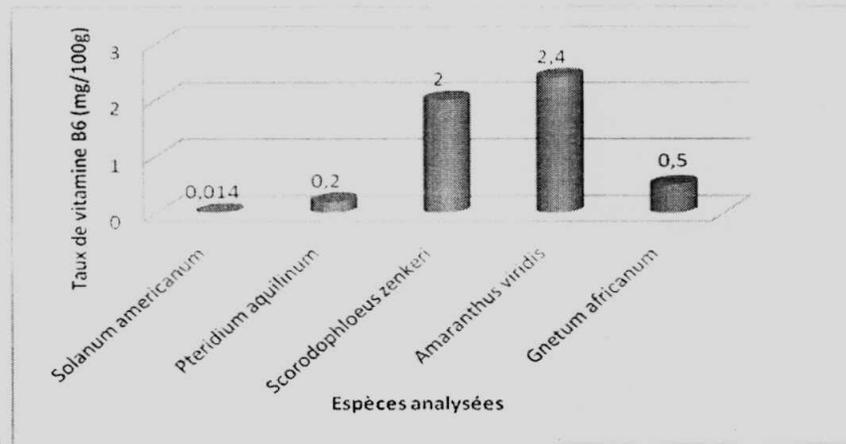


Fig. 34: La teneur en pyridoxine chez les plantes (feuilles) étudiées.

La figure 34 atteste que le taux de Pyridoxine dans les feuilles des plantes étudiées varie entre 0,014 (*Solanum americanum*) et 2,4mg/100g (*Amaranthus viridis*). Les feuilles d'*Amaranthus viridis* viennent en première position, suivi de celles de *Scorodophloeus zenkeri* avec 2mg/100g, suivi de celles de *Gnetum africanum* avec 0,5mg/100g, suivi de celles de *Solanum americanum*.

Dans l'organisme, la pyridoxine est un coenzyme de très nombreux enzymes, notamment dans le métabolisme des acides aminés, sous sa forme de pyridoxal-5-phosphate. La vitamine B6 est indispensable à la transformation du tryptophane en acide nicotinique (APFELBAUM *et al*, 2004). Selon TREMOLIERE (1983), le besoin journalier chez l'enfant est de 0,1mg/jr ; par contre pour CHEVALLIER, pour l'adulte, cette valeur varie de 1,8 à 3,5 mg/jour.

Compte tenu de nos résultats, nous voyons que la consommation des feuilles d'*Amaranthus viridis* et *Scorodophloeus zenkeri* pourra résoudre le problème de carence en vitamine B6; le défaut de la transamination, acrodynie qui se manifestent lorsque le taux de protéine s'élève par rapport au taux de vitamine B6 dans l'alimentation, une dermatite, lésion nerveuse et une anémie (TREMOLIERES, 1983).

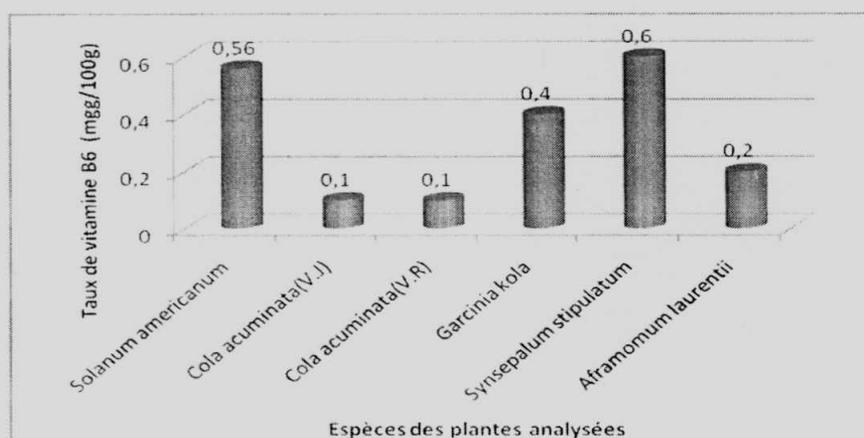


Fig. 35: La teneur en pyridoxine chez les plantes (fruits) étudiées.

Les résultats de la figure 35 montrent que le taux de Pyridoxine dans les fruits des plantes analysées varie entre 0,1mg/100g (*Cola acuminata* var. rouge et jaune) et 0,6mg/100g (*Synsepalum stipulatum*). Le *Synsepalum stipulatum* vient en première position, suivi de *Solanum americanum* avec 0,56mg/100g, suivi d'*Aframomum laurentii* avec 0,2mg/100g et enfin de *Cola acuminata* var. jaune et rouge.

Comparativement aux données d'APFELBAUM et *al.*, (2004), nous constatons que tous les fruits des plantes étudiées contiennent plus de pyridoxine que l'orange (0,03mg/100g) et l'ananas (0,08mg/100g). En consommant au moins 300g de *Synsepalum stipulatum* et de *Solanum americanum*, on pourra couvrir le besoin journalier en pyridoxine.

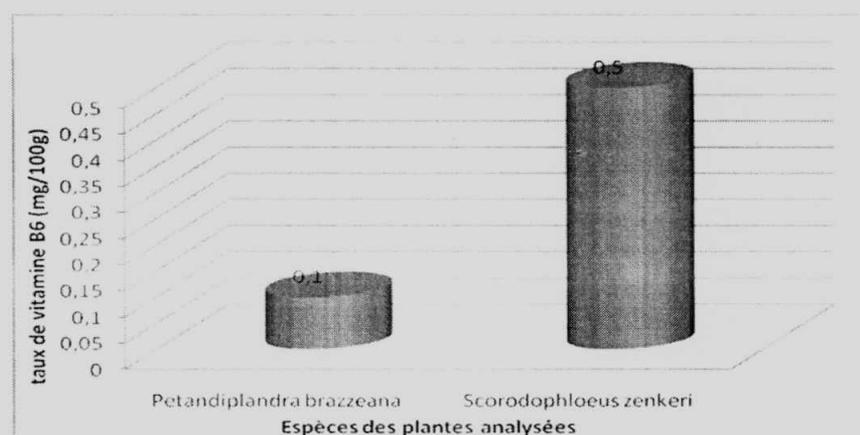


Fig. 35: La teneur en pyridoxine chez les plantes (racines et écorces) étudiées.

Il ressort de la figure 35 que la teneur en pyridoxine des racines et écorce des plantes étudiées varie entre 0,1mg/100g (*Petandiplandra brazzeana*) et 0,5mg/100g (*Scorodophloeus zenkeri*).

En référant nos données à celles d'APFELBAUM et al (2004), nous constatons que l'écorce de tige de *Scorodophloeus zenkeri* renferme plus de pyridoxine que la carotte (0,12mg) il faut aussi signaler que la carotte dépasse légèrement les racines de *Pentadiplandra brazzeana* en vitamine B6.

3.1.9. La vitamine C ou Acide ascorbique.

Nous avons illustré les différentes variations de la teneur en mg de vitamine C pour 100g d'échantillons analysés pour ces espèces dans les figures 36, 37 et 38.

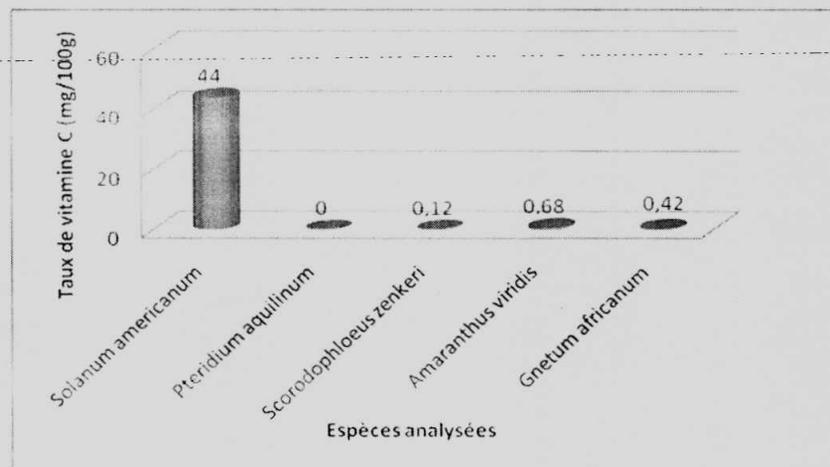


Fig. 36: Différentes variations de la teneur en mg de vitamine C pour 100gr d'échantillons analysés pour ces espèces (feuilles).

La figure 36 montre que la teneur en acide ascorbique dans les feuilles de plantes étudiées varie entre 0 (*Pteridium aquilinum*) et 44mg.100g (*Solanum americanum*). Le *Solanum americanum* occupe la première position suivi d'*Amaranthus viridis* avec 0,68mg/100g, suivi de *Gnetum africanum* avec 0,42mg/100g, suivi de *Scorodophloeus zenkeri* avec 0,12mg/100g et enfin de *Pteridium aquilinum* avec 0mg/100g. Compte tenu de sa richesse en vitamine C, les feuilles de *Solanum americanum* pourront être consommées pour prévenir la carence en cette vitamine qui se manifeste par un scorbut, une gingivorragie, une faiblesse neuromusculaire, une anémie, une dermatite, une diminution de système immunitaire.

Le chou de Bruxelles (100mg/100g), la chou fleur (70mg/100g) et les épinards (60mg) dépassent nos plantes en vitamine C. Une dose de 10mg/24h est suffisante pour prévenir le scorbut (APFELBAUM et al., 2004). En consommant les feuilles de *Solanum americanum*, le problème de cette maladie sera résolu.

Si nous comparons nos résultats à ceux obtenus par LANNOY (2001), nous remarquons que *Amaranthus viridis* est moins riche en acide ascorbique que *Amaranthus cruentus* (64mg/100g) et *Amaranthus tricolor* (23mg/100g). Toutes les plantes étudiées contiennent moins d'acide ascorbique que le chou cabus (46mg/100g) et le chou frisé (81mg/100g).

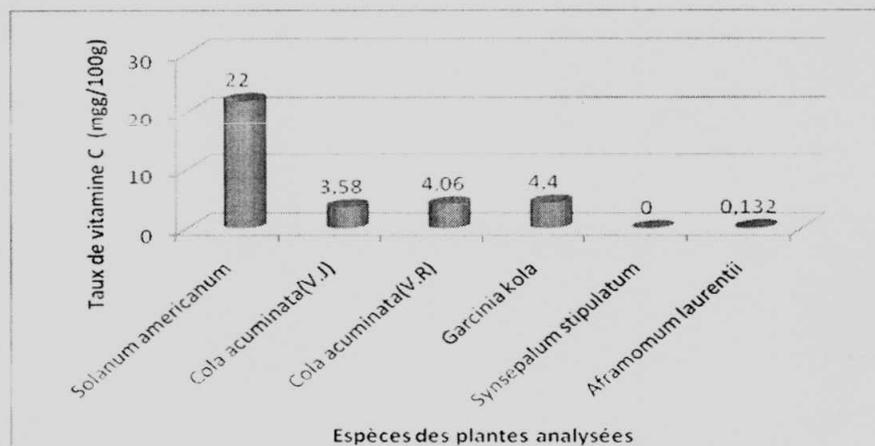


Fig. 37: Différentes variations de la teneur en mg de vitamine C pour 100gr d'échantillons analysés pour ces espèces (fruits).

La figure 37 révèle que le taux d'acide Ascorbique dans les fruits des plantes analysées se présente de la manière suivante : *Aframomum laurentii* et *Synsepalum stipulatum* 0,132mg/100g, *Cola acuminata* var. jaune 3,58mg/100g et var. rouge 4,06mg/100g, *Garcinia kola* 4,4mg/100g et *Solanum americanum* 22mg/100g. Selon CHEVALLIER (2003), les besoins des enfants sont dans la fourchette de 50 à 100mg/jour ; pour l'adulte, les besoins varient de 100 à 130mg/jour.

Les fruits de *Solanum americanum* sont les aliments les plus riches en vitamine C. ces fruits pourront être consommées pour prévenir et lutter contre la carence en vitamine C.

Selon LANNOY (2001), le taux de la vitamine C dans la tomate est de 23mg/100g et selon DEWAELE (2001), les citrons, l'amarante sont plus riches en vitamine C avec une valeur variant de 23 à 64mg/100g. Dans le cadre de notre étude, nous remarquons que tous les fruits des plantes analysées ont une teneur en acide ascorbique inférieure à celle de la tomate, de citrons et de l'amarante.

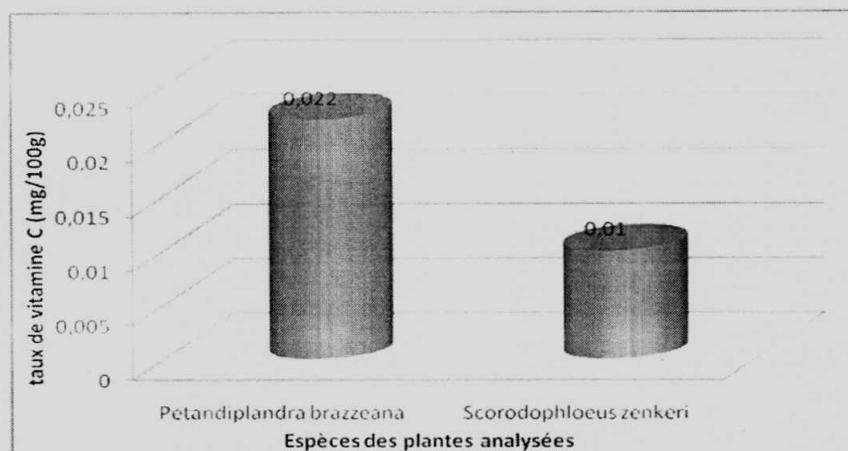


Fig. 38: Différentes variations de la teneur en mg de vitamine C pour 100gr d'échantillons analysés pour ces espèces (racines et écorces).

Il ressort de cette figure 38 que la teneur en vitamine C dans les racines et l'écorce de tige des plantes étudiées varie de 0,01 (*Scorodophloeus zenkeri*) à 0,022mg/100g (*Pentadiplandra brazzeana*). Les racines de *Pentadiplandra brazzeana* et l'écorce de tige de *Scorodophloeus zenkeri* présentent une teneur faible en acide ascorbique que la carotte (8mg/100g) et l'oignon (9mg/100g). (LANNOY, 2001)

3.1.6. Les Minéraux

Les résultats relatifs à la teneur des plantes analysées en différents minéraux essentiels sont présentés dans les figures ci-après.

Les figures 39, 40 et 41 donnent la variation de la teneur en cendre brute chez les plantes étudiées

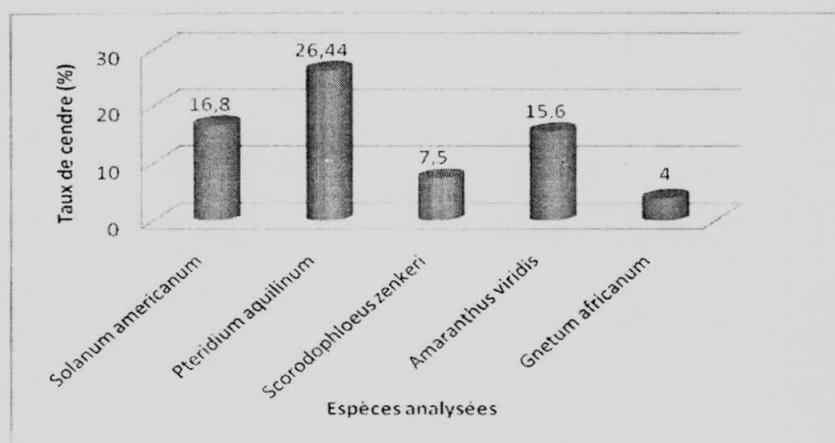


Fig. 39: La teneur en cendre chez les plantes (feuilles) étudiées.

La figure 39 révèle que la teneur en cendre brute dans les feuilles des plantes étudiées varie de 4 (*Gnetum africanum*) à 26,44% (*Pteridium aquilinum*). Le *Pteridium aquilinum* vient en tête suivi de *Solanum americanum* avec 16,8%, suivi d'*Amaranthus viridis* avec 15,6%, suivi de *Scorodophloeus zenkeri* avec 7,5% et enfin de *Gnetum africanum*.

La cendre brute est le terme légal englobant essentiellement les minéraux présents dans l'alimentation, du point de vue nutritif et physiologique, les minéraux se divisent en éléments principaux tels que le calcium, le phosphore, le magnésium, le sodium, le potassium et le chlore ainsi qu'en éléments traces tels que fer, cuivre, zinc, manganèse, cobalt, sélénium, cadmium, pour ne citer que les plus importants.

Les minéraux sont souvent associés exclusivement au squelette, ce n'est cependant qu'une partie de leurs fonctions et elle ne concerne que le calcium, le phosphore et le magnésium. En outre, les éléments principaux et les éléments traces tiennent des rôles beaucoup plus vastes dans le métabolisme du système nerveux et des muscles, dans la balance d'eau, dans la synthèse du sang, dans la pigmentation, en tant que composante d'un grand nombre d'enzyme et d'hormones du métabolisme dans la fertilité etc, ...Il faut ici tenir compte du fait qu'en

raison de ces rôles nombreux et variés, une insuffisance comme un excès ou un déséquilibre en minéraux peut provoquer des troubles graves.

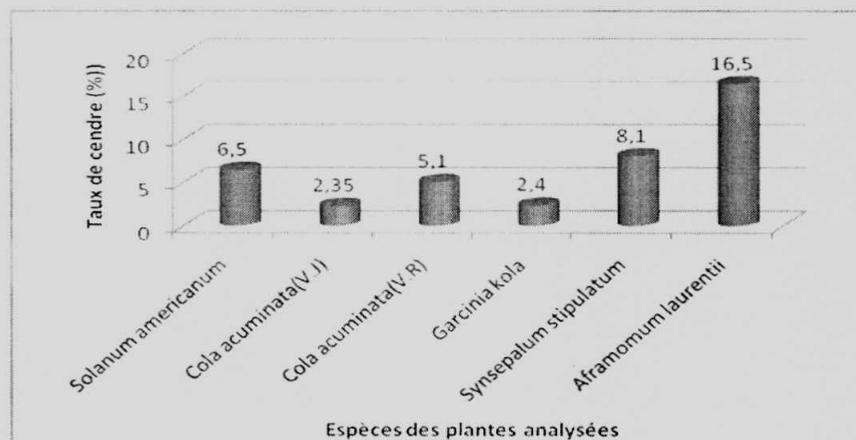


Fig. 40: La teneur en cendre chez les plantes (fruits) étudiées.

Cette figure 40 montre que la teneur en cendre brute des différents fruits des plantes analysées varie entre 2,35 (*Cola acuminata* var. jaune) et 16,5% (*Aframomum laurentii*). *Aframomum laurentii* occupe la première position, suivi de *Synsepalum stipulatum* avec 8,1%, suivi de *Solanum americanum* avec 6,5%, suivi de *Cola acuminata* var. rouge avec 5,1%, suivi de *Garcinia kola* avec 2,4% et enfin de *Cola acuminata* var. jaune)

Selon LEKEU (1993), la teneur en cendres brutes de la pulpe des fruits mûr de papayer varie de 0,51 à 1,22%. Nous remarquons que les différents fruits des plantes étudiées contiennent au moins deux fois la valeur élevée en cendres brutes que celle de cette pulpe.

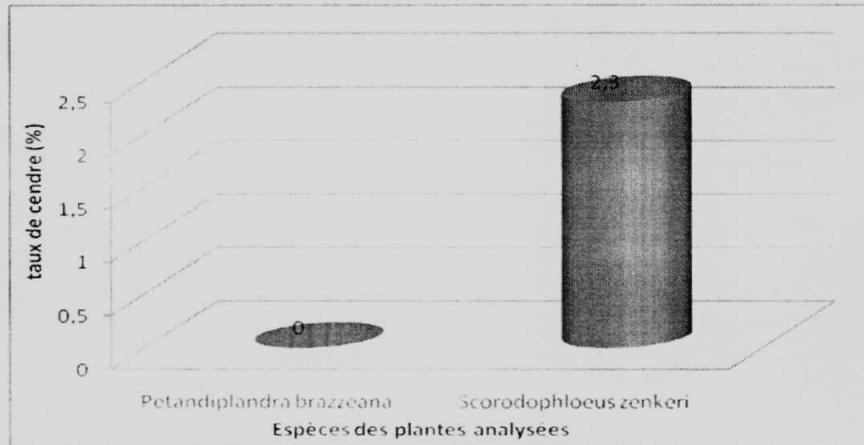


Fig. 41: La teneur en cendre chez les plantes (racines et écorces) étudiées.

Il ressort de la figure 41 que le taux de cendres brutes dans les racines et l'écorce de tige des plantes étudiées varie entre 2,3 (*Scorodophloeus zenkeri*) et 6,7% (*Pentandiplandra brazzeana*) ces différentes parties des plantes analysées renferment un pourcentage plus élevé en cendres brutes que la pulpe de papaye mûr (0,51 à 1,22%).

La teneur en calcium chez les plantes étudiées est donnée par les figures 42, 43 et 44.

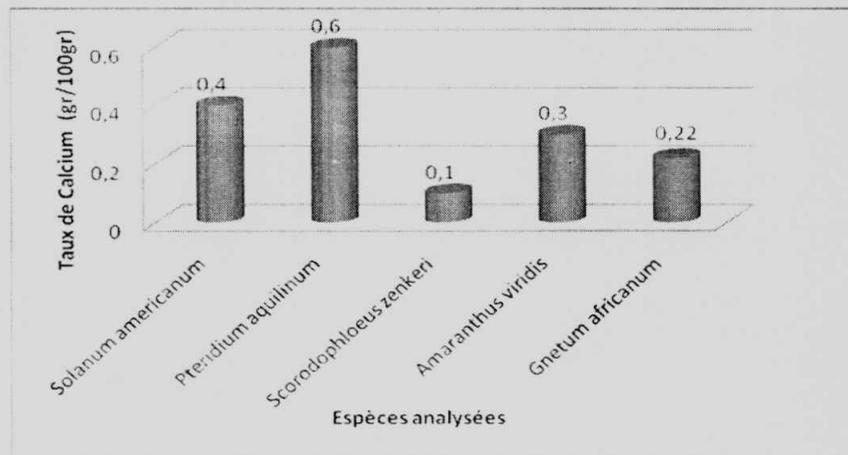


Fig. 42: La teneur en calcium chez les plantes (feuilles) étudiées

L'examen de la figure 42 révèle que le taux de calcium dans les différentes feuilles des plantes étudiées varie entre 0,1 (*Scorodophloeus zenkeri*) et 0,6g/100g (*Pteridium aquilinum*). Le *Pteridium aquilinum* occupe la première place, suivi de *Solanum americanum* avec

0,4g/100g, suivi d'*Amaranthus viridis* avec 0,3g/100g, suivi de *Gnetum africanum* avec 0,22g/100g et enfin de *Scorodophloeus zenkeri*.

Selon APFELBAUM et al (2004), les besoins en Calcium sont de 400g à 1g/jour pour un adulte jeune. Des apports supérieurs à 1 g sont un facteur de protection contre l'ostéoporose post ménopausique. La consommation quotidienne des feuilles de *Pteridium aquilinum* et de *Solanum americanum*, s'avère nécessaire pour résoudre le problème de carence en calcium chez l'homme.

Comparativement aux résultats obtenus par MALAISSE (1997), nous constatons que nos feuilles de *Pteridium aquilinum* sont plus riches en calcium que celles de la même espèce obtenues par cet auteur. Cela s'expliquerait par les types de sols et de climat.

En référant nos données avec celles de LANNOY (2001), nous voyons que *Amaranthus viridis* est moins riche en Calcium que *Amaranthus cruentus* (410mg/100g), mais contient plus de calcium que *Amaranthus tricolor* (154mg/100g). Le *Solanum americanum*, l'*Amaranthus viridis*, le *Pteridium aquilinum* et le *Gnetum africanum* renferment plus de calcium que le chou cabus (55mg/100g) et le chou frisé (132mg/100g).

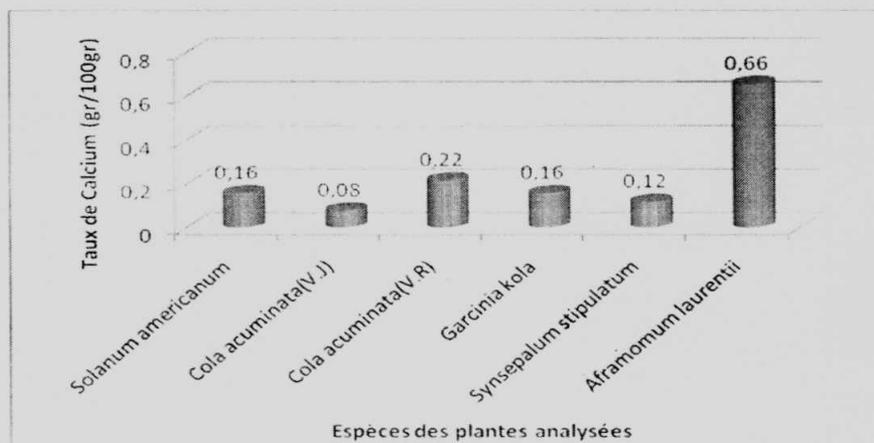


Fig. 43: La teneur en calcium chez les plantes (fruits) étudiées

Il ressort de cette figure 43 que le taux de calcium dans les différents fruits des plantes étudiées varie entre 0,08 (*Cola acuminata* var. jaune) et 0,66g/100g (*Aframomum laurentii*). Les fruits d'*Aframomum laurentii* occupent la première position, suivi de ceux de *Cola acuminata* var. rouge avec 0,22g/100g, suivi de ceux de *Garcinia kola* et de *Solanum americanum* avec chacun 0,16g/100g, suivi de ceux de *Synsepalum stipulatum* avec 0,12g/100g et enfin de ceux de *Cola acuminata* var. jaune.

Ainsi, la consommation journalière de tous ces différents fruits s'avère nécessaire pour la prévention contre l'ostéoporose post ménopausique, le retard de croissance, la perte de masse osseuse, la tétanie musculaire.

Nos résultats comparés à ceux de MALAISSE (1997), nous constatons qu'*Aframomum laurentii* est plus riche en Calcium qu'*Aframomum alboviolaceum* (25mg/100g) et *Aframomum polyathum* (40mg/100g)

En référant nos données à celles de LANNOY (2001), nous remarquons que les différents fruits des plantes étudiées contiennent beaucoup plus de calcium que la tomate (7mg/100g) et l'aubergine (22mg/100g).

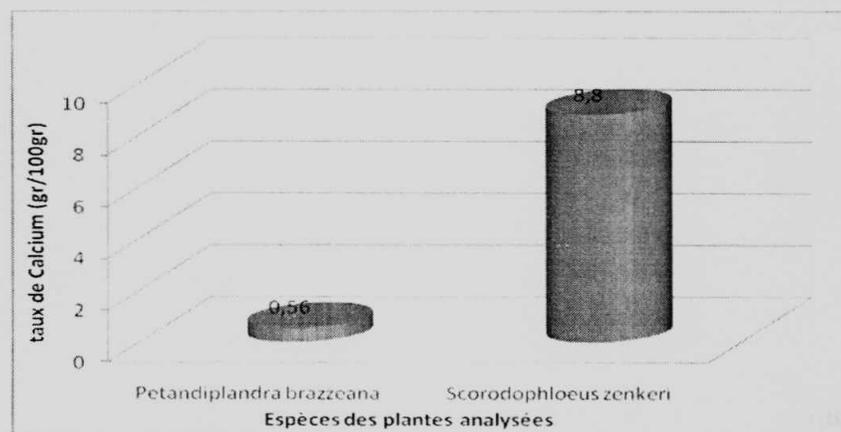


Fig. 44: La teneur en calcium chez les plantes (racines et écorces) étudiées

L'examen de cette figure 44 révèle que le taux de calcium dans les racines et l'écorce de tige des plantes étudiées varie entre 0,56 (*Pendadiplandra brazzeana*) et 8,8g/100g (*Scorodophloeus zenkeri*). Les différentes parties des plantes analysées renferment plus de calcium que la carotte (36mg/100g) et l'oignon (30mg/100g) (LANNOY, 2001)

La variation de la teneur en fer chez les plantes étudiées est donnée par les figures 45, 46 et 47

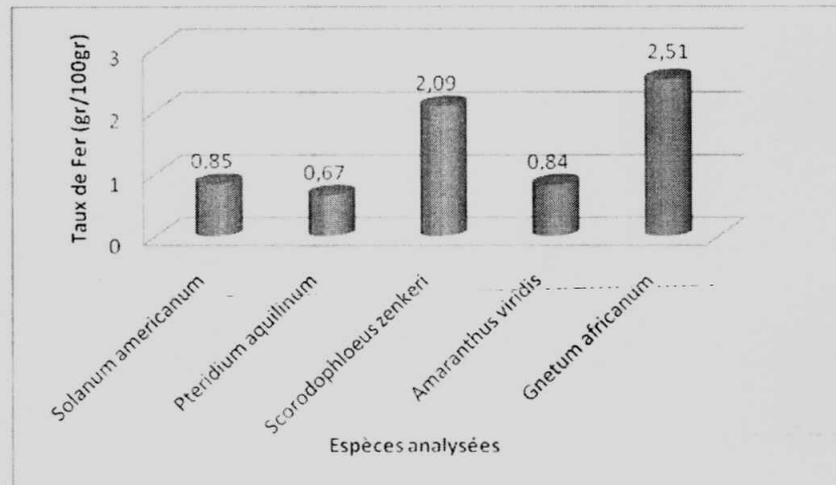


Fig. 45: Variation de la teneur en fer chez les plantes (feuilles) étudiées

La figure 45 montre que le taux de fer dans les feuilles des plantes analysées varie entre 0,67g (*Pteridium aquilinum*) et 2,51g/100g (*Gnetum africanum*).

La quantité totale de fer est environ 3,5g chez l'homme et 2g chez la femme ; 60% de fer se trouve sous forme d'hémoglobine. L'hémoglobine contient 33% de fer soit, pour 100 ml de sang, qui correspond à 15g d'hémoglobine, 50mg.

L'hématopoïèse nécessite approximativement 1mg/jr mais une grande partie du fer utilisé sera récupérée après destruction des globules rouges. L'absorption se fait sous forme de fer ferreux, le fer ferrique devant être transformé en fer ferreux sous l'influence de l'acide chlorhydrique gastrique. Cette absorption est régulée (sauf au cours des hémosidéroses) en fonction de besoin par fixation sur l'apoferritine duodénale, qui transfère le fer ferreux à la transferrine plasmatique (APFELBAUM et al., 2004).

Les besoins journaliers pour l'enfant varient de 0,5 à 1,5 mg ; pour l'adulte, ils varient de 2 à 2,5 mg (TREMOLIERE, 1983). Ainsi, les plantes alimentaires sauvages analysées lors de notre étude, peuvent contribuer à corriger l'anémie par la quantité importante de fer constatée.

En comparant nos données avec celles de LANNOY (2001), nous remarquons que toutes nos plantes sont plus riches en fer que *Amaranthus cruentus* et *Amaranthus tricolor* avec

respectivement 8,9mg/100g et 2,9 mg/100g, chou cabus avec 0,8mg/100g et chou frisé (1,3mg/100g).

Les résultats ci-dessus, comparés à ceux obtenus par MALAISSE (1997), nous voyons que les feuilles de *Solanum americanum* contiennent plus de fer que les feuilles de *Solanum nigrum* (200mg). Les valeurs moyennes en fer de l'espèce *Pteridium aquilinum* (espèce de Kisangani) montre une valeur en fer (670/100g) deux fois supérieure à l'espèce de Lubumbashi, MALAISSE (1997). Ceci peut s'expliquer par le type de sol et de climat.

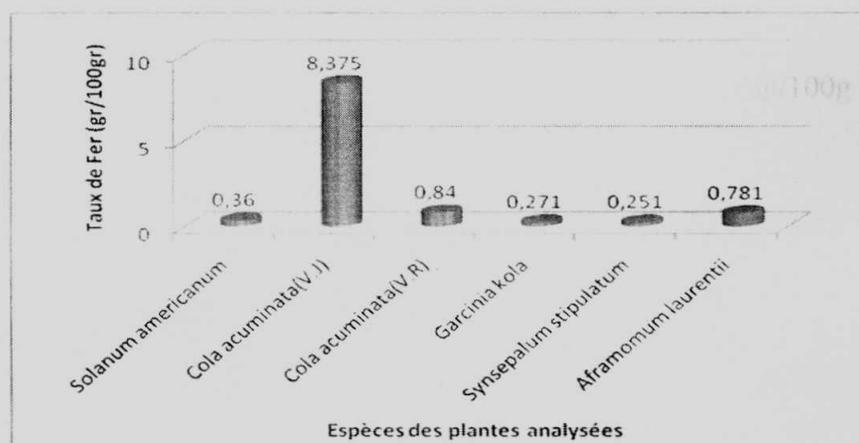


Fig. 46: Variation de la teneur en fer chez les plantes (fruits) étudiées

Cette figure 46 montre que le taux de fer dans les fruits des plantes étudiées varie entre 0,251 (*Synsepalum stipulatum*) et 8,375/100 g (*Cola acuminata* var.jaune). Le *Cola acuminata* var.jaune vient en tête suivi de la variété rouge de la même espèce avec 0,84 g/100 g, suivi d'*Aframomum laurentii* avec 0,781 g/100 g suivi de *Solanum americanum* avec 0,36 g/100 g, suivi de *Garcinia kola* avec 0,271 g/100 g, et enfin de *Synsepalum stipulatum*.

Compte tenu de leur composition, les fruits des plantes analysées dans notre étude pourraient contribuer à corriger l'anémie par la quantité importante de fer constaté. Signalons que LANNON (2001) indique que le taux de fer de la tomate est 0,6 mg/100 g. Nous constatons donc que les fruits des plantes analysées sont plus riches en fer que la tomate.

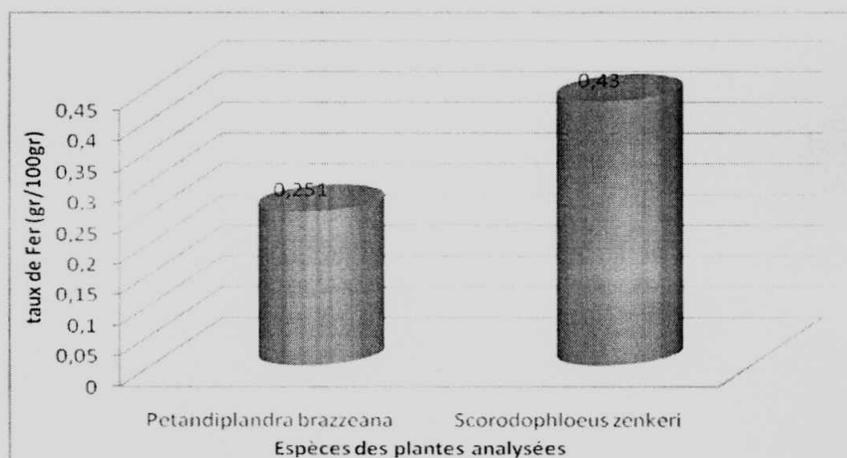


Fig. 47: Variation de la teneur en fer chez les plantes (racines et écorces) étudiées

Il ressort de cette figure 47 que la teneur en fer dans les racines et écorce de tige des plantes analysées varie entre 0,251 (*Pentadiplandra brazzeana*) et 0,43 g/100g (*Scorodophloeus zenkeri*). Ces deux plantes alimentaires étudiées sont plus riches en fer que la carotte (1,2 mg/100 g) et l'oignon (1,0 mg/100 g).

Les figures 48, 49 et 50 donnent la variation de la teneur en magnésium chez les espèces étudiées.

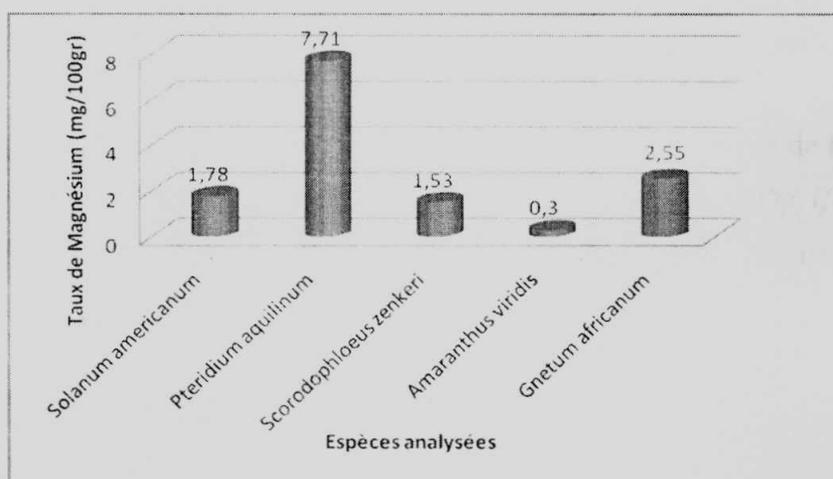


Fig. 48: Variation du taux de Magnésium chez les espèces étudiées (feuilles)

L'examen de la figure 48 révèle que le taux de Magnésium dans les différentes feuilles des plantes étudiées se présente de la manière suivante : *Pteridium aquilinum* 7,71g/100g, *Gnetum africanum* 2,55g/100g, *Solanum americanum* 1,78g/100g, *Scorodophloeus zenkeri* 1,53g/100g, et *Amaranthus viridis* 0,3g/100g.

En comparant nos données à celles de APFELBAUM *et al.* (2004), nous voyons que toutes les plantes analysées sont plus riches en magnésium que les épinards (50mg/100g). Ces plantes peuvent être incorporées dans l'alimentation quotidienne de la population et constitueraient une source importante de magnésium pour l'origine. Dans ce cas, la population qui consomme ces plantes, présenterait rarement la carence en magnésium qui se traduit par une diminution de la tonicité musculaire, une réduction de la duplication des acides nucléiques, des signes de spasmophilie, angoisse, insomnie, crampes et palpitation.

Le besoin journalier en magnésium est : chez le nourrisson de 50mg, chez l'enfant de 1 à 3 ans 100mg, après 4 ans 150 à 250mg, chez les adolescents-adultes 350mg, chez les femmes enceintes et allaitantes ainsi que les sportifs, 400mg. (APFELBAUM *et al.*, 2004).

En analysant cette figure, nous remarquons que la teneur en magnésium des plantes étudiées est supérieure aux recommandations susmentionnées. Cela justifie encore l'importance de l'incorporation de ces plantes dans l'alimentation humaine pour lutter contre l'hypomagnésémie.

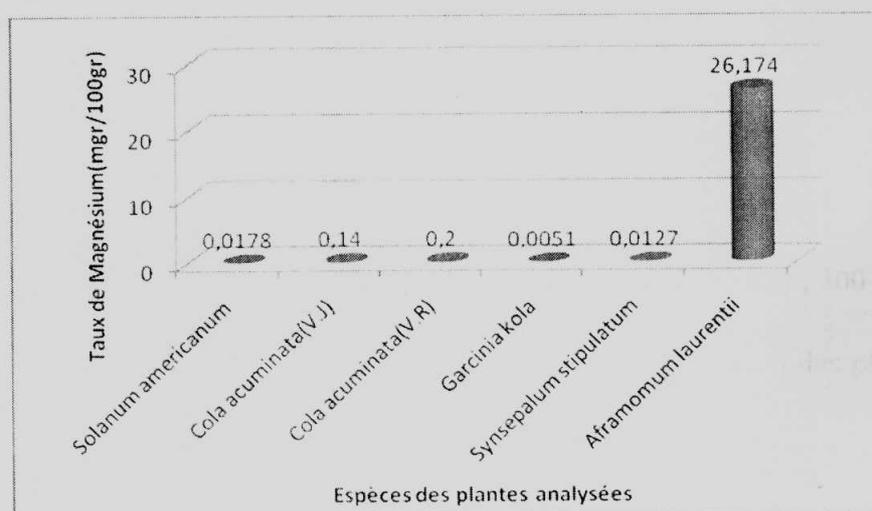


Fig. 49: Variation du taux de Magnésium chez les espèces étudiées (fruits)

La figure 49 montre que le taux de magnésium dans les fruits des plantes analysées se présente de la manière suivante : *Aframomum laurentii* 26,17g/100mg, *Cola acuminata* var.roujge 0,2mg/100g, *Cola acuminata* var. jaune 0,140g/100g, *Solanum americanum* 0,0178 *Synsepalum stipulatum* 0,0127mg/100g, *Garcinia kola* 0,0051g/100g..

Les fruits d'*Aframomun laurenti* contiennent plus de magnésium que le Cacao (410mg/100g) et le soja (310mg/100g) (APFELBAUM et al, 2004). *L'Aframomum laurentii*, *Cola acuminata* var. rouge et *Solanum americanum* sont plus riche en magnésium que la mangue (10 à 17mg/100g) (PARFONRY (1991).

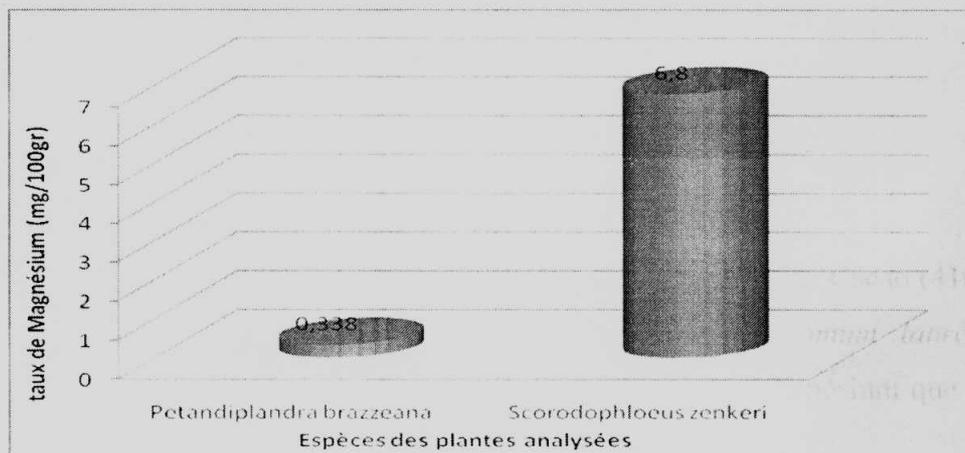


Fig. 50: Variation du taux de Magnésium chez les espèces étudiées (racines et écorces)

La figure 50 montre le taux de magnésium des racines et écorce des plantes étudiées varie de 0,338 (*Pentadiplandra brazzeana*) à 6,80g/100g (*Scorodophloeus zenkeri*). Ces deux plantes étudiées renferment beaucoup plus de magnésium que la pomme de terre (30mg/100g) APFELBAUM et al.(2004).

Les différents taux de phosphore dans les différents organes des plantes sont présentés les figures 51, 52 et 53.

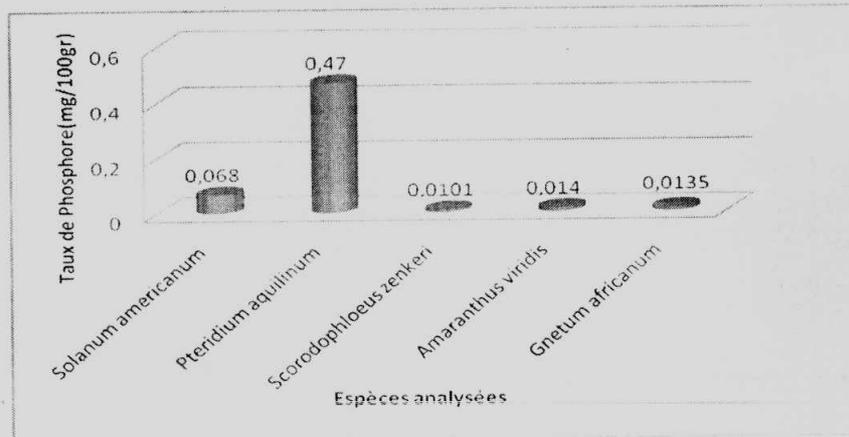


Fig. 51: Le taux de phosphore chez les plantes (feuilles) alimentaires sauvages

L'examen de la figure 51 révèle que le taux de phosphore dans les différentes feuilles des plantes étudiées varie entre 0,0101g/100g (*Scorodophloeus zenkeri*) et 9,47g/100g (*Pteridium aquilinum*).

Le Phosphore constitue avec le calcium la trame minérale de l'os. Il est le substrat de liaison phosphates riches en énergie. Le taux de phosphore dans le chou-fleur est de 72mg/100g. (APFELBAUM, 2004). Dans le cadre de notre travail, nous remarquons que les feuilles des *Pteridium aquilinum* sont plus riches en phosphore que le chou-fleur. La population qui consomme ces feuilles ne peut pas souffrir de l'ostéoporose et l'ostéomalacie à cause de la teneur élevée de phosphore dans ces aliments.

En référant nos données avec celles de MALAISSE (1997), nous constatons que les feuilles de *Pteridium aquilinum* de notre étude renferment une quantité importante de phosphore que celle de la même espèce (225mg/100g) analysée pour cet auteur. Cette différence peut être due au type de sol et de climat.

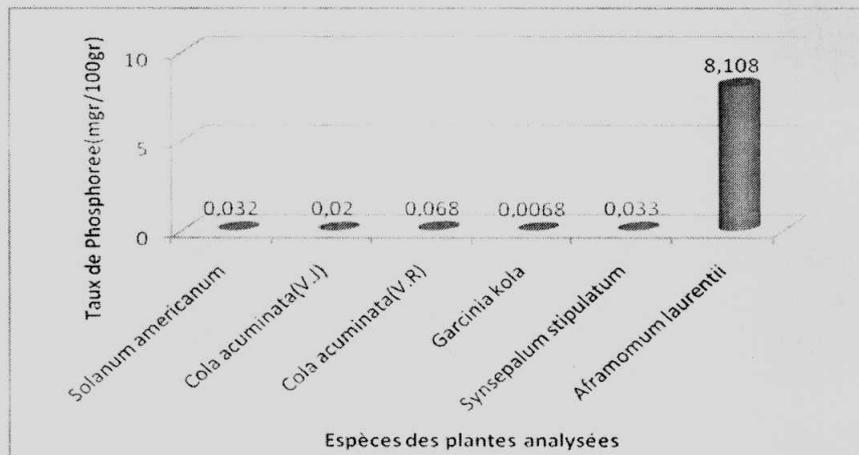


Fig. 52: Le taux de phosphore chez les plantes (fruits) alimentaires sauvages

La figure 52 montre que le taux de phosphore dans les fruits des plantes étudiées se présente de la manière suivante : *Aframomum laurentii* 8,108g/100g, *Cola acuminata* var. rouge 0,068/100g, *Synsepalum stipulatum* 0,033g/100g, *Solanum americanum* 0,032g/100g et *Cola acuminata* var. jaune 0,02 et enfin *Garcinia kola* 0,0068g/100g.

Selon CHEVALLIER (2003), pour un adulte, le besoin en phosphore est de 750mg/jour. Sur ce, nous constatons que les fruits d'*Aframomum laurentii* sont plus riche en phosphore. En consommant ces fruits, on réduit le risque d'attraper l'ostéoporose et l'ostéomalacie.

Les fruits d'*Aframomum laurentii*, de *Cola acuminata* var. rouge, de *Synsepalum stimulatium* et de *Solanum americanum* sont plus riches en phosphore que la tomate (27mg/100g). (APFELBAUM, 2004). Les Fruits d'*Aframomum laurentii* contiennent plus de phosphore que ceux d'*Aframomum alboviolaceum* (320mg/100g) et d'*Aframomum polyanthum* (400mg/100g) (MALAISE, 1997).

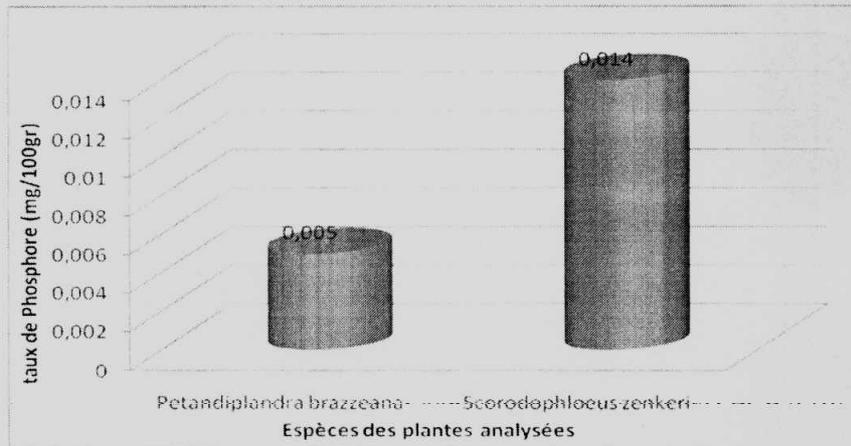


Fig. 53: Le taux de phosphore chez les plantes (racines et écorces) alimentaires sauvages

Il ressort de la figure 53 que le taux de phosphore dans les racines et l'écorce de tronc des plantes analysées varie entre 0,005 (*Pentadiplandra brazzeana*) et 0,014g/100g (*Scorodophloeus zenkeri*). Les deux plantes alimentaires sauvages analysées sont moins riches en phosphore que la carotte (37mg/100g) et la pomme de terre (60mg/100g) (APFELBAUM, 2004)

3.2. ANALYSE QUALITATIVE DES SUBSTANCES INDESIRABLES ET TOXIQUES

Le tableau 5 expose les résultats obtenus sur l'analyse des principaux groupes phytochimiques.

Tableau 5 : Groupes phytochimiques des PAS étudiées.

Espèces	Organes utilisés	Groupes phytochimiques			
		Alcaloïdes	Flavonoïdes	Stérols et terpènes	Tanins
<i>Aframomum Laurentii</i>	Fruits	-	-	-	-
<i>Amaranthus viridis</i>	Feuilles	-	-	-	-
<i>Cola acuminata</i> var.jaune	Noix	+	-	-	+
<i>Cola acuminata</i> var.rouge	Noix	++	-	-	-
<i>Gnetum africanum</i>	Feuilles	-	-	++	-
<i>Garcinia kola</i>	Fruits	-	-	-	-
<i>Pentandiplandra brazzeana</i>	Racines	+	-	-	-
<i>Pteridium aquilinum</i>	Feuilles	-	-	-	-
<i>Solanum americanum</i>	Fruits	-	-	-	-
<i>Solanum americanum</i>	Feuilles				
<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	Feuilles	-	-	++	-
<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	écorces	-	-	-	-

Le tableau 5 montre qu'il y a présence des alcaloïdes, en quantité faible, dans les fruits de *Solanum americanum* et les racines de *Pentandiplandra brazzeana*, mais ils sont absents dans les autres plantes. Les flavonoïdes sont absents dans toutes les plantes analysées. Les stérols et terpènes sont présents sous formes de traces dans les feuilles d'*Amaranthus viridis*, la

quantité moyennement abondante dans les feuilles de *Gnetum africanum* et *Scorodophloeus zenkeri* mais absents dans les autres plantes. Les tanins se retrouvent sous forme de trace dans les noix de *Cola acuminata*, variété rouge mais absent dans les autres plantes.

Nous avons aussi analysé les plantes alimentaires sauvages en vue de déterminer les substances toxiques comme le témoigne le tableau 6.

Tableau 6 : Substances toxiques contenues dans les PAS.

Espèces	Organes utilisés	Substances toxiques			
		Nitrates	Nitrites	Oxalates	Cyanures
<i>Aframomum Laurentii</i>	Fruits	-	-	-	-
<i>Amarathus viridis</i>	Feuilles	-	-	-	+
<i>Cola acuminata</i> var. jaune	Noix	-	-	-	-
<i>Cola acuminata</i> var. rouge	Noix	-	-	-	-
<i>Garcinia kola</i>	Fruits	-	+	-	-
<i>Gnetum africanum</i>	Feuilles	-	-	-	-
<i>Pentadiplandra brazzeana</i>	Racines	-	-	-	-
<i>Pteridium aquilimum</i>	Feuilles	-	-	-	-
<i>Solanum americanum</i>	Feuilles	-	+	-	-
<i>Solanum americanum</i>	Fruits	-	+	-	-
<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	Feuilles	-	+	-	-
<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	écorces	+	+	-	+
<i>Synsepalum stipulatum</i>	Fruits	-	-	-	-

Les résultats de ce tableau 6 montrent qu'il y a absence d'oxalates dans toutes les plantes analysées. Les nitrates se retrouvent seulement sous forme de traces dans l'écorce de tige de *Scorodophloeus zenkeri*, mais ils sont absents dans les autres plantes. Les nitrites sont présents sous forme de traces dans les feuilles et fruits de *Solanum americanum*, en petite

quantité, les fruits de *Garcinia cola* et de *Synsepalum stipulatum* et dans l'écorce de tige de *Scorodophloeus zenkeri* mais ils sont absents dans les autres plantes.

Enfin, les cyanures se retrouvent en faible quantité dans le noix de *Cola acuminata*, variété jaune, l'écorce de tige de *Scorodophloeus zenkeri* et les feuilles de *Amaranthus viridis*.

CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Ce travail qui avait comme objectif principal d'analyser quantitativement les substances nutritives et qualitativement les substances toxiques et les groupes phytochimiques contenus dans les parties consommables de quelques plantes alimentaires sauvages consommées à Kisangani et ses environs.

Les résultats obtenus des analyses chimiques montrent que les plantes alimentaires sauvages étudiés constituent un apport complémentaire important d'éléments nutritifs de valeur en ce qui concerne les protéines brutes, les lipides, le calcium, le magnésium, le fer, la phosphore et les vitamines (A, B₁, B₂, B₆, et C).

Pour les protéines, les valeurs les plus élevées ont été obtenues dans les feuilles d'*Amaranthus viridis* (11,22g/100g), de *Scorodophloeus zenkeri* (8,75g/100g) et de *Gnetum africanum* (7,1g/100g) ainsi que dans les fruits de *Synsepalum stipulatum* (14,65g/100g) et de *Cola acuminata* var. rouge (7,28g/100g). Pour les lipides, les valeurs élevées ont été obtenus dans les feuilles d'*Amaranthus viridis* (11,62g/100g) et de *Pteridium aquilinum* (12,6g/100g) : et dans les fruits d'*Aframomum laurentii* (15,6g/100g), de *Garcinia kola* (35,8g/100g) et de *Synsepalum stipulatum* (21,8g/100g).

Ces plantes alimentaires sauvages contiennent également des vitamines et des sels minéraux en quantités appréciables. En ce qui concerne la vitamine A, les valeurs les plus élevées ont été retrouvées dans les feuilles d'*Amaranthus viridis* (0,93mg/100g) et de *Solanum americanum* (1,12mg/100g) ainsi que dans les fruits d'*Aframomum laurentii*, de *Cola acuminata* var. jaune avec chacun 0,896mg/100g et de *Synsepalum stipulatum* (1,8mg/100g).

Pour la riboflavine (B₂), les valeurs élevées ont été obtenus dans les feuilles de *Solanum americanum* (0,56mg/100g), de *Scorodophloeus zenkeri* et de *Gnetum africanum* avec chacun 0,5mg/100g ; et dans les fruits de *Garcinia kola* (2,325mg/100g). Pour la thiamine (Vitamine B₆), les valeurs les plus élevées ont été obtenus avec les feuilles d'*Amaranthus viridis* (3,2mg/100g), de *Solanum americanum* (1,07mg/100g), les fruits de *Garcinia kola* (1,6mg/100g) et de *Solanum americanum* (1,26mg/100g). Les valeurs les plus élevées de Pyridoxine ont été observées dans les feuilles d'*Amaranthus viridis* (2,4mg/100g) et de *Scorodophloeus zenkeri* (2mg/100g). La vitamine C ou acide ascorbique est la plus abondante dans les feuilles et fruits de *Solanum americanum*.

L'écorce de *Scorodophloeus zenkeri* (8,8g/100g) a été la plus riche en calcium tandis que la noix de *Cola acuminata* var. jaune (8,375g/100g), les feuilles de *Gnetum africanum* (2,51g/100g) et de *Scorodophloeus zenkeri* sont les plus riches (2,09g/100g) en fer.

Les valeurs les plus élevées en Magnésium ont été obtenus avec les feuilles de *Pteridium aquilinum* (7,71g/100g), les fruits d'*Aframomum laurentii* (26,174g/100g) et l'écorce de tige de *Scorodophloeus zenkeri* (6,80g/100g). Les feuilles de *Pteridium aquilinum* (9,47g/100g) et les fruits d'*Aframomum laurentii* (8,108g/100g) sont les plus riches en phosphore.

Cependant, certaines de ces légumes sauvages contiennent, quelques substances toxiques ou indésirables, notamment les alcaloïdes (noix de *Cola acuminata*, fruit de *Solanum americanum* et les racines de *Petandiplandra brazzeana*), les tanins (noix de *Cola acuminata* var. jaune), les stérols et terpènes (feuilles de *Gnetum africanum*, d'*Amaranthus viridis* et de *Scorodophloeus zenkeri*), des traces de nitrates (écorces de tige de *Scorodophloeus zenkeri*), de nitrites (feuilles et fruits de *Solanum americanum*, fruits de *Garcinia kola* et *Synsepalum stipulatum*; écorce de tige de *Scorodophloeus zenkeri*) et de cyanures (noix de *Cola acuminata* var. jaune, feuilles d'*Amaranthus viridis* et écorces de tige de *Scorodophloeus zenkeri*).

L'ensemble de ces résultats justifie l'utilisation de ces plantes dans l'alimentation de la population de Kisangani et de ses environs. Cependant, eu regard à ce qui précède, nous pouvons suggérer ce qui suit :

- Continuer ces genres de recherches pour d'autres plantes alimentaires sauvages qui n'ont pas fait l'objet de cette recherche et approfondir les recherches sur la composition des protéines en acides aminés chez les feuilles d'*Amaranthus viridis*, *Scorodophloeus zenkeri* et de *Gnetum africanum*; et chez les fruits de *Synsepalum stipulatum* et de *Cola acuminata* var. rouge.
- Approfondir les recherches sur la composition des lipides en acides gras chez les feuilles d'*Amaranthus viridis* et de *Pteridium aquilinum*; et chez les fruits d'*Aframomum laurentii*, de *Garcinia kola* et de *Synsepalum stipulatum*.
- Identifier et doser les sucres dans les plantes alimentaires sauvages.
- Effectuer des analyses quantitatives des substances toxiques révélées dans ce travail afin d'en préciser le poids qui correspond aux doses létales pour les

consommateurs et d'étudier l'effort de la cuisson sur les nutriments et les substances toxiques à des intervalles variés de temps.

- Protéger les plantes alimentaires sauvages déjà connus par la population et étudier les méthodes de leurs multiplications.
- Encourager la protection et la consommation des plantes alimentaires sauvages par la vulgarisation, les séminaires ou des émissions à la radio et à la télévision.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUDIGIE, C., FRIGARELLA, et ZOUZAIN, I., 1980** : Manipulation d'analyse biochimiques, Paris, Doin , 274 p.
- BOLA, M.L et SZAFRANSKI, 1991** . Plantes spontanées à feuilles légumes de Kisangani et ses environs (Zaire Belgican journal of botany, PP122-124)
- BWAMA, M ; TERMOTE, C ; DHED'A, D et VAN DAMME, P. 2007** : Etude préliminaire sur la contribution socio-économique de *Gnetum africanum* (fumbwa) dans les ménages de la région de Kisangani. Annales de l'Institut facultaire des sciences agronomiques de Yangambi, IFA Yangambi, vol. 1. 117-132
- CAMPBELL, N. A., REECE J.B., 2004**. Biologie 2e ed. De BOEK, Bruxelles pp 925 – 928.
- CHARLOT, G. 1966** : Les Méthodes de chimie analytique analyse quantitative éd. Masson, Paris. 682p.
- CHEVALLIER, L. 2003** : Nutrition principes et conseils, Masson, Paris, p255
- CIFOR, 2006**. Les Forêts et le développement de l'Afrique.
- CIFOR, 2007** : Banque Mondiale CIRAD : Les forêts en République Démocratique du Congo post-conflit, ed Marie Christine Polge pp 44-58.
- COTTON, C. M., 1996**: Ethnobotany. Principles and applications John Willy and sons LTD Chichester. 424p
- CHEFTEL, J.C. et CHEFTEL, H. 1977** : Introduction à la biochimie et la technologie des aliments. Technique et documentation, Paris, pp. 147 - 148
- DUFEY, F, 1986**. Biologie cellulaire édition CRP, Kinshasa, 159p
- DEGROOTE, V. A., 1972** : Table de composition alimentaire pour la RD Congo. (Zaïre) Concordia, Kinshasa.
- DESSART, JODOGNE et PAUL, 1973** .Chimie analytique, 10^{ième} A de Boek. Bruxelles 164p
- DEWAELE, D. et SWANEVELD, C. (2001)** : plantes oléifères.
- FRITZ, F. et VINZEZ, A., 1986**: Spot tests in organic analysis, 7th ed. Elsevier Publishing Company , London , pp 457-458.
- FEIGL, F. V , ANGERE, R.E et DESPER, 1966** .Spot tests in organic analysis 7th éd. New York, Elsevier Publishing company pp 267_458

- GODON, B. et VALLERY-MASSON, D. 1985.** Protéines végétales, technique et documentation. Lavoisier, Paris, 629p
- GRAU, JUNG, MUNKER, 1984.** Les Plantes et baies sauvages comestibles et médicinales, éd. Solar, Paris. 78p
- GROEGART, J. 1958.** Recueil des modes opératoire en usage au laboratoire d'analyse de l'INEAC Bruxelles.
- INADES-FORMATION, 1981.** Bien se nourrir. Angiospermes. ABIDJAN, NC.33. 249p
- JANSSENS, M. 2001.** Plantes à racines et plantes tubercules. In : Raemaekers, R.H. Agricultures en Afrique tropicale DGI, Bruxelles, pp. 194 – 217.
- JOHNSON, 2002.** Invitation à la chimie organique. Éd ; de Boeck. Bruxelles 784p.
- LANNOY, G., 2001.** Légumes, in : Raemaekers, R.H, Agriculture en Afrique tropicale DGI, Bruxelles, **KOBEL, L. 1970.** Travaux pratiques d'analyse quantitative, préparations chimiques. Masson et cie, Paris. 286p
- LEKEU, J.P. 1993 :** le papayer Association internationale de la papaina. AEP, Lina, p.678
- LETOUZEY, R. 1986.** Manual of Forest Botany. Tropical Africa vol I. General Botany CTF, Norgent Surmarne, France, 345p.
- MALAISSSE, 1997.** Se nourrir en forêt claire Africaine .Approche écologique et nutritionnelle presse agronomique de GEMBLOUX, FC CTA, 384p
- MBEMBA, F. et REMACLE. J. 1992.** Inventaire et composition chimique des aliments et des denrées alimentaires traditionnels du KWANGO-KWILU au Zaïre. FUCID-A.G.C.D – CEE. Presse de l'université de Namur, p.
- MIALOUNDAMA, F. & PAULET, P., 1986.** Regulation of vascular differentiation in leaf primordia during the rhythmic growth of *Gnetum africanum*. Canadian journal of botany. 64(I) : 208 – 213.
- MIALOUNDAMA, F. 1993.** Nutritional and socio-economic value of *Gnetum* leaves in central African forest. In Hladik, C.M et al, Tropical forest, people and food: Biocultural interactions and applications to development carnfort, UK; Parthenon Publishing Group.139p.
- MIALOUNDAMA, F. 1996.** Intérêt nutritionnel et socio-économique du genre *Gnetum* en Afrique central In l'alimentation en forêt tropicale, interaction bioculturele, UNESCO (1996) pp. 295 – 300
- MVUNZU, Z. ; MBUDI, B.M. KANIKI, D.D., GENEZO, G. 1981.** Contribution à l'étude de la composition chimique et de l'extraction des protéines des feuilles de

Lisingo (*Phytolacca dodecandra* l'Herit/récoltées à Yangambi Ann, de l'IFA Yangambi, I, pp 84 – 100.

- NDE SHIEMBO, P. 1999.** The sustainability of eru (*Gnetum africanum* Welw. And *Gnetum buchholzianum* Engel) an overexploited non-wood forest products of central Africa: current research issue and prospects for conservation and development. In: Sunderland, TCH, Clark, LE, and VANTOMME (ed). Food and Agriculture organization. Rome. Pp66.
- NYAKABWA, N. 2007 :** Notes de cours de systématique des Angiospermes Magnoliophyta volume 1 ,pp 70-72.
- ONYAMBOKO et TCHATCHAMBE W.B, 1988 .**Contribution à l'analyse chimique comparative de deux légumes feuilles *Talinum triangulare* et *Cyphostemma adenocaulis*. Annales fac .des sciences N°5 15-22-
- ONYAMBOKO, N.V. ; TCHATCHAMBE, W.B. et ETOBO, K. 1992.** Analyses comparatives des deux légumes feuilles : *Cola brunelii* et *Peperomia pellucida* Ann. Fac des Sciences N° 11, p 11.
- POULTON, J.E. 1990 :** Cyanogenesis in plants. Plant physiol. N°94, 401 – 405.
- RDC, 2006.** Document de stratégie de croissance et de réduction de la pauvreté (DSRP)
- SALOMON, R ET DAVID, W. P ,1971 :** Anatomie et physiologie humaine .Mc GRAW hill .Canada pp 352-382
- TANDU, N.F.B., 2001.** Nutrition : de la théorie à la pratique, Presse de l'université de Kinshasa. pp 14 – 15, 265.
- TERMOTE, C.; BWAMA, M.; NDJANGO, B.; VAN DAMME, P. et DHED'A, D. 2006:** Use and socio-economic importance of wild edible plants in tropical rainforest around Kisangani, district Tshopo, DR Congo. In Ethnobotany of African plants (summary)
- TREMOLIERES, 1983 :** Nutrition physiologique et comportement alimentaire.
- WEAST et ROBERT, 1970:** Hand book of chemistry and physics; 50th ed. Chemical rubber campany gram wold par way. Chevelard. Ohio, 1150p.
- WOME, L. 1985.** Recherche ethnopharmacologique sur les plantes médicinales utilisées en médecine traditionnelle à Kisangani (Haut-Zaïre) Thèse inédite, Faculté des Sciences, ULB, 361p.

www.jtbaker.com/msds/

www.medecinesnaturelles.com

www.wikipedia.org/wiki/oxalate/