

UNIVERSITE DE KISANGANI
FACULTE DES SCIENCES
BP. 2012

DEPARTEMENT DE
BIOTECHNOLOGIE



CONTRIBUTION A L'ANALYSE CHIMIQUE ET NUTRITIONNELLE DE DEUX
PLANTES ALIMENTAIRES SAUVAGES (*Panda oleosa* et *Afrostryrax cepidophyllus*)
CONSOMMEES A KISANGANI ET SES ENVIRONS (District de la Tshopo)

Par

Aristote **TALY ELIYA**

TRAVAIL DE FIN DE CYCLE

Présenté et défendu en vue de l'obtention du
grade de **Gradué en Sciences**

Option : Biologie

Orientation: Biotechnologie

Directeur: Prof. TCHATCHAMBE W.B.

Encadreur : C.T. SOLOMO E.

ANNEE ACADEMIQUE: 2013–2014

DEDICACE

A Elohim, Dieu Suprême qui est le Maître de toute existence

A toi Isabelle KASUSULA ma mère :

A vous mes très chers parents TALLY AKOMO et maman MASIALA LUSALA par la grâce divine, vous avez réussi à m'élever jusqu'à ces jours. Que vos considérations, vos sacrifices et patiences de longues années, consentis pour moi, trouvent ici grande satisfaction.

A vous mes frères et sœurs: Jacob TALLY, Deborah ESOGO, Glody TALLY, Herve KHIENDO et Helene N'KANU, pour avoir été attentifs à mes doléances et m'avoir accepté comme telle.

A vous grands parents oncles, tantes, cousins et cousines, neveux et nièces,

Je dédie ce travail, fruit de l'endurance et de la persévérance.

TALLY ELIYA Aristote

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail de Fin de Cycle qu'il nous soit permis d'exprimer notre profonde gratitude envers tous ceux qui, de près ou de loin ont contribué à sa réalisation .

Nos vifs remerciements s'adressent plus particulièrement au Professeur TCHATCHAMBE WABANDOL'AN qui a accepté la direction de ce travail, malgré ses multiples occupation de répondre à toute nos suggestions

Que notre encadreur à la personne du C.T SOLOMO ELUMBU trouve dans ce travail l'expression de nos sincères gratitude. Leurs suggestions, combien pertinents, nous ont permis d'aboutir aux résultats, d'améliorer la qualité de ce travail,

Que les autorités de l'Institut Facultaire des Sciences de Yangambi (IFA), trouvent ici l'expression de notre gratitude.

Nous serons ingrats d'oublier les Professeurs, Chef de Travaux et Assistants de la faculté des sciences pour leur contributions aux multiples connaissances acquises.

Nous remercions, tous nos camarades de l'auditoire, amis et connaissances pour leur sympathique compagnie et pour leur soutien moral et matériel nous citons : Franck alfani ; Dido Dule; Rajack Dido ; Eunice Ntambue ; Arsene Balabala ; Mohamed Sow; Anita Moseka; Famille Liete; Ali Musulamu ; Saddam mumentu ; Ricki Mumentu ; patrick Mpiana ; yannick Adeyan

RESUME

Le but poursuivi par notre travail est de mener des analyses quantitatives des substances nutritives d'une part, des analyses qualitatives des substances toxiques ou indésirables et des groupes phytochimiques contenues dans ces deux plantes alimentaires sauvages d'autre part.

En effet, nous avons émis l'hypothèse selon laquelle des substances nutritives essentielles pour le bon fonctionnement de l'organisme seraient contenues dans les fruits et les écorces de respectivement *Panda oleosa* et *Afrostryax cepidophyllus* dont les analyses ont été effectuées après et avant cuisson en ordre. Une seconde projection d'après laquelle des substances toxiques ou indésirables se seraient associées aux éléments nutritifs, qui peuvent éventuellement apporter à l'origine humain des préjudices.

Notre hypothèse est étayée d'autant plus que nous avons effectivement déceler par la méthode d'analyses quantitatives la présence des substances nutritives comme les protéines, le lipide, les sucres, les fibres et les éléments minéraux auxquelles sont associées certaines substances toxiques comme le cyanure et l'oxalate détectées par méthode d'analyses qualitatives.

Relativement au résultat que nous avons d'obtenu puis détaillé ci-dessus, nous pouvons tirer la conclusion d'après laquelle, les plantes alimentaires sauvages (PAS) constituent un apport important d'éléments nutritifs comme le lipide, les sucres, les protéines, les vitamines (A, B1, B2, B6 et C) et les éléments minéraux utiles (Calcium, Fer, Magnésium et Phosphore) pour le bon fonctionnement de l'organisme humain, sans oublier des traces de quelques substances toxiques comme l'oxalate et le cyanure.

Voici leurs valeurs respectives de manière synthétique

Les fruits de panda oleosa contient : 9,0504% d'humidité relative , 4,74% mg/100gr de Protéines brutes, 5 g /100gr des matières grasses brutes , 5% des cendres brutes , 0,51275mg% de vitamine A, 1,44 mg % de thiamines , 0,3125 mg/100gr de riboflavine , 0,226m/g/100gr de pyridoxine , 0,4 mg/100gr de calcium , 1,04mg/ 100gr de magnésium, 0,0048mg/100gr de phosphore, 0,95mg/100gr de fer

les écorces d'afrostryax cepidophyllus contient :9,0504% d'Humidité , 5,56g/100gr de lipide, 0,5g/100gr de protéine, 3,5% de cendres brutes 0,2335mg % de carotène (vit A), 0,16 mg% de Riboflavine (Vit B2) 0,565 mg% de Pyridoxine ,0,28mg/100gr de calcium

, 0,025536mg/100g de Magnésium , 1,1725mg/100gr de fer , 0,28 mg/100gr de phosphore

Ces résultats montrent que ces deux plantes peuvent constituer des compléments alimentaires important pour la nutrition humaine.

SUMMARY

The goal pursued by our work is to lead quantitative analyses of the nourishing substances on the one hand, of the qualitative analyses of the toxic or undesirable substances and groups phytochimiques contained on the other hand in these two wild food plants.

Indeed, we gave out the hypothesis according to which essential nourishing substances for the good working of the organism would be contained in the fruits and the peels of respectively *Panda oleosa* and *Afrostyrax cepidophyllus* whose analyses have been done after and before cooking in order. A second projection according to which of the toxic or undesirable substances would have associated to the nourishing elements, that can possibly bring to the origin human of the prejudices.

Our hypothesis is supported especially as we have discover effectively by the method of quantitative analyses the presence of the nourishing substances as the proteins, the lipid, sugars, the fibers and the mineral elements to which are associated some toxic substances as cyanide and the oxalate detected by method of qualitative analyses.

Relatively to the result that we have of gotten detailed then above, we can pull the conclusion of after which, the wild food plants (NOT) constitute a contribution important of nourishing elements as the lipid, sugars, the proteins, the vitamins (TO, B1, B2, B6 and C) and the useful mineral elements (Calcium, Iron, Magnesium and Phosphor) for the good working of the human organism, without forgetting traces of some toxic substances as the oxalate and cyanide.

Here are their respective values in a synthetic manner

The fruits of panda oleosa contain: 9,0504% of relative humidity, 4,74% raw Protein mg/100gr, 5 g /100grs of the raw fat matters, 5% of the raw ashes, 0,51275mg% of vitamin TO, 1,44 mg% of thiamines, 0,3125 mg/100gr of riboflavine, 0,226m/g/100gr of pyridoxine, 0,4 mg/100gr of calcium, 1,04mg / 100gr of magnesium, 0,0048mg/100gr of phosphor, 0,95mg/100gr of iron,

the peels of afrostyraxcepidophyllus contain :9,0504% of humidity, 5,56g/100gr of lipid, 0,5g/100gr of protein, 3,5% of ashes raw 0,2335mg% of carotene (lives TO), 0,16 mg% of Riboflavine (Lives B2) 0,565 mg% of Pyridoxine ,0,28mg/100gr of calcium, 0,025536mg/100g of Magnesium, 1,1725mg/100gr of iron, 0,28 mg/100gr of phosphor,

These results show that these two plants can constitute the food complements importing for the human nutrition.

INTRODUCTION

0.1. PROBLEMATIQUE

Aucun pays ne peut atteindre une stabilité économique, sociale et politique si son peuple vit dans un état de famine et de malnutrition. Jusqu' à nos jours, l'Afrique et surtout la République démocratique du Congo (RDC) connaît le même problème lié à la famine. (BATAL, 2007)

La RDC en général et la population de Kisangani en particulier, connaissent une malnutrition protéino-calorique. Pourtant, la forêt environnante regorge d'une biodiversité animale et végétale. Plusieurs espèces ligneuses et herbacées interviennent dans l'alimentation humaine. Dans la plupart des cas, on consomme les fruits, les graines et les feuilles, soit comme légumes, boissons, condiments, épices ou colorants. . Cependant, la connaissance de ces plantes demeure fragmentaire aussi bien sur le plan de leur inventaire systématique, apports nutritifs réels et / ou leur innocuité. (SOLOMO ; 2007).

Aujourd'hui, les êtres humains dépendent principalement de la production agricole et des espèces domestiquées pour leurs besoins alimentaires, avec 80 % de leur apport énergétique total obtenu de 12 espèces domestiquées : huit céréales (orge, maïs, millet, riz, seigle, sorgho, canne à sucre et blé) et quatre tubercules (manioc, pomme de terre, de patates douces et igname). Hormis le cas de certaines sociétés humaines (chez les peuples forestiers par exemple.),

Les plantes alimentaires cueillies représentent une petite partie de l'alimentation humaine. Cependant, les plantes alimentaires cueillies (et d'autres « aliments sauvages » comme les animaux chassés ou insectes ramassés) jouent un rôle crucial dans de nombreux systèmes alimentaires que l'on peut résumer en deux points : ils améliorent la résilience du système alimentaire et ils améliorent la diversité et la qualité de l'alimentation. (MACLEOD, 2012).

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.

0.2. BUT ET INTERET DU TRAVAIL

0.2.1 HYPOTHESES

Comme hypothèses de notre travail, nous ne supposons que :

- Les fruits de *Panda oleosa* après cuisson et les écorces d'*Afrostryrax cepidophyllus* avant cuisson contiendraient des substances nutritives telles que les lipides, les protéines, les vitamines, glucides et minéraux.
- En outre, ces nutriments seraient parfois associés à des substances indésirables ou toxiques.

0.2.2. But de travail

Le but de ce travail est :

- D'analyser quantitativement les substances nutritives contenues dans les fruits de *Panda oleosa* après cuisson et les écorces d'*Afrostryrax cepidophyllus* avant cuisson
- D'analyser qualitativement les substances toxiques et les groupes phytochimiques contenus dans les organes comestibles de ces plantes. avant et/ ou après cuisson.

0.2.3. Intérêt du travail

Ce travail nous permet de déterminer la composition chimique de *Panda oleosa* et d'*Afrostryrax cepidophyllus* afin de les valoriser et de ce fait, de les utiliser de manière rationnelle et durable pour améliorer la sécurité alimentaire de notre population.

0.3. DIVISION DU TRAVAIL

Outre, l'introduction et la conclusion, la présente étude est subdivisée en trois chapitres :

- Le premier chapitre sera consacré aux généralités,
- Le deuxième s'occupera de matériel et méthodes,
- Le troisième traitera des résultats et discussions

0.4. TRAVAUX ANTERIEURS

Plusieurs travaux ont déjà été réalisés sur la détermination de la composition chimique de plantes alimentaires sauvages : nous pouvons citer à ce titre les travaux de :

ONYAMBOKO et TCHATCHAMBE, (1988) ; BALANGA, (1990) ; ETOBO, (1990) ;
ONAUTSHU, (1996) ; BALEKAGE, (2005) ;UTSHUDI, (2006) ; NGABU (2007) ;
SOLOMO, (2007) ; IDI, (2008) ; UTSHUDI, (2008) ; TCHATCHAMBE, (2009) ; qui ont
tous parlé de la contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle des plantes alimentaires
sauvages avant et/ ou après cuisson.

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES PLANTES ALIMENTAIRES SAUVAGES

1.1. Plantes alimentaires sauvages (PAS)

Nous désignons par plantes alimentaires sauvages, l'ensemble d'espèces végétales spontanées c'est-à-dire non cultivées qui servent d'aliments (BOLA et al. 1991). Ces plantes sont également des ressources naturelles qui font partie des éléments du milieu physique (MERCOIRE, 1994)

1.2. Bref aperçu sur les éléments nutritifs, les groupes phytochimiques et quelques substances toxiques.

1.2.1. Les protéines

Les protéines sont des macromolécules biologiques qui résultent de la réaction de polymérisation de plusieurs acides alpha aminés de configuration L, lesquels sont liés entre eux par des liaisons peptidiques établies entre les groupements alpha carboxyle et le groupement alpha aminé d'un autre à la suite de la perte d'une molécule d'eau (NSIMBA, 2013)

A côté de leur rôle producteur d'énergie, comme le sont les graisses et les glucides, un rôle fondamental est attribué aux protéines ; celui d'être la seule et unique source d'azote de tous les composéé azotés de l'organisme acides nucléiques, enzymes et certaines hormones.

Le mot « protéines » peut être pris comme l'acronyme de leurs rôles : protection (immunoglobuline), régulation, mouvement, transport, énergie, influx nerveux, enzymes et structure (APFELBAUM et al, 2004).

1.2.2. Les lipides

Les lipides sont des substances organiques formées à partir d'une hétérogénéité d'atomes telsque le carbone, l'hydrogène et l'oxygène définis par leur forte hydrophobicité et par leur solubilité dans les solvants organiques apolaires notamment l'acétone, le benzène, le chloroforme et l'éther.

L'alimentation actuelle contient 40% de calorie sous forme lipidique. En fait ce support peut être remplacé par des glucides car la capacité lipidogénique n'est pas un facteur limitant (NSIMBA, 2013).

Chez la plupart des occidentaux, 40% de l'énergie sont apportés par les graisses tandis que dans certaines contrées de pays en développement, l'apport énergétique par des graisses reste largement en dessous de 10%. Par contre, il est bien démontré que dans certaines conditions de froid (hibernation), des graisses peuvent servir particulièrement à la production endergonique de la chaleur ou à l'isolation thermique au niveau des tissus bruns de certains animaux.

En plus de rôles joués par des lipides décrits ci-haut, il faut noter qu'ils entrent dans la composition de la membrane cellulaire où ils confirment la propriété de la perméabilité sélective (TANDU, 2001)

1.2.3. Les vitamines

Ce sont des molécules organiques que l'organisme ne peut pas synthétiser ou du moins ne peut synthétiser qu'en moindre quantité par rapport à celles requises normalement et qui sont par ailleurs indispensables pour la croissance et son bon fonctionnement.

Un homme dont l'alimentation est déséquilibrée court le risque donc de connaître l'hypovitaminose lequel n'est pourtant jamais connu chez les animaux sauvages. Les vitamines se répartissent en deux groupes majeurs basés sur la propriété de leur solubilité, c'est ainsi qu'il y a :

- Vitamines liposolubles : Rétinol, Cholecalciférol₁ ou respectivement vitamines A et D et Vitamines E et K
- Vitamines hydrosolubles : vitamine B, Scorbate ou vitamine C et Niacine (NSIMBA, 2013)

1.1.4. Les éléments minéraux

Les éléments minéraux interviennent dans plusieurs et divers processus qui se déroulent au sein des organismes vivants (NSIMBA, 2013).

1.1.4.1. Le calcium

Le calcium est l'élément le plus abondant de l'organisme animal où il se retrouve principalement dans les os sous forme de phosphate et dans les dents (NSIMBA, 2013)

Les principales fonctions du calcium dans l'organisme animal : fonctions musculaires, nerveuses, dans la coagulation du sang, la formation des os et excitabilité neuromusculaire (CHEVALIER, 2003 ; CAMPBELL et al 2004). La carence en calcium entraîne le retard de croissance, la perte de la masse osseuse et la tétanie musculaire (CAMPBELL et al, 2004).

1.1.4.2. Le phosphore

Le phosphore intervient dans la formation des os et des dents, l'équilibre acido-basique et dans la synthèse des nucléotides tandis que sa carence entraîne la déminéralisation des os, perte de calcium et par conséquent, entraîne une faiblesse générale (CAMPBELL et al ,2004)

1.1.4.3 Le magnésium

Le magnésium est l'élément essentiel comme cofacteur de nombreux enzymes des réactions métaboliques par exemple le transfert de groupement phosphate.

L'adaptation au stress, excitation neuromusculaire, le fonctionnement normal des muscles et nerfs, facteur bioénergétique de l'ATP (Adénosine triphosphosphate) sont aussi les rôles joués par le magnésium dans l'organisme (NSIMBA, 2013)

1.1.4.4 Le fer

Le fer intervient principalement dans le transport de l'oxygène par l'hémoglobine dans le sang et également par la myoglobine dans le muscle. Il est aussi présent dans plusieurs autres protéines dont la catalase, les cytochromes, l'hémosidérine, la peroxydase et la transferrine plasmatique.

La déficience en fer est une cause d'anémie tandis que la surcharge en fer conduit à la formation d'hémosidérine se manifestant par un syndrome appelé hémochromatose. Une prise excessive de fer alimentaire et la lyse des érythrocytes peuvent

entraîner une hémossidérose qui résulte d'un dépôt important d'hémossidérine dans l'organisme humain (NSIMBA, 2013)

1.1.5. Les glucides

Les glucides sont couramment appelés sucres ou oses. Ils se retrouvent dans les tissus aussi bien animaux que végétaux ainsi que chez les microorganismes. D'après cette localisation, les glucides sont distingués respectivement en glycogène, amidon et dextran sous leurs formes de réserve.

Les glucides sont essentiels dans l'organisme humain à l'exception de l'ascorbate (vitamine C) qui, néanmoins peut les synthétiser à partir de certains acides aminés principalement sinon à partir d'autres substances (néoglucogenèse) (TCHATCHAMBE, 2012).

1.1.6. Les fibres végétales

Les fibres alimentaires sont des substances fibreuses provenant des végétaux comestibles (fruits, légumes, céréales...) indigestes. Dès l'avènement de techniques précises permettant de quantifier les divers composés d'un produit, les fibres sont connues étant comme des polysaccharides non amidonnés, donc des structures glucidiques, sauf la lignine qui est un polymère aromatique de phénylpropane.

Ce sont des mélanges complexes de glucides comprenant en particulier de la cellulose dont la paroi cellulaire des plantes est à leur origine, et n'ont pas par conséquent une valeur nutritionnelle apparente.

Pourtant après les avoir très longtemps négligées, les nutritionnistes reconnaissent depuis une vingtaine d'années l'importance des fibres dans l'équilibre alimentaire.

Il est démontré qu'une alimentation riche en fibres contribue à réduire le taux de cholestérol sanguin et à prévenir les maladies coronariennes et également réduit les risques de cancer en se liant à certaines substances carcinogènes des aliments qui ne sont pas absorbés lors de la digestion. Par ailleurs, un apport insuffisant en fibres provoque une constipation et une augmentation de la pression dans l'appareil intestinal (FOUASSIN et NOIRFALISE A., 1981)

1.1.7. Les substances toxiques et leurs effets

1.1.7. A. Les nitrates : sont irritants et hygroscopiques. Ils produisent d'hémorragie au niveau de muqueuses intestinales et de l'appareil urinaire.

1.1.7. B. Les nitrites transforment l'hémoglobine en méthémoglobine, et les vaisseaux en provoquant la vasodilatation. Ils sont à la base de l'hypotension et du collapsus qui est un effondrement de tension artérielle.

1.1.7.C. les cyanures : ils inhibent la respiration cellulaire suite à leur combinaison avec les enzymes respiratoires importants au niveau du cytochrome. Le mécanisme d'action est le même par inhalation en tant que gaz ou ingéré sous forme de 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 1,4g/Kg pour la cyanure de potassium chez l'homme (TCHATCHAMBE, 1995)

1.1.7.D. L'oxalate entraîne après absorption, de l'acidose non gazeuse. Il crée des lésions générales, des troubles urinaires

1.1.7. E Les alcaloïdes provoquent des troubles neurologiques et ont une action tératogène

CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES

2.1. Etat géographique du milieu d'étude

La ville de Kisangani est située dans la partie Nord-Est de la cuvette congolaise à 0° 31'N et 25° 11' E à une attitude moyenne de 396 m. Elle est le chef-lieu de la Province Orientale.

Elle s'étend sur une superficie de 1.910 Km². son relief est caractérisée par les plateaux unis par des faibles pentes et terrasses. La situation de la ville de Kisangani près de l'Equateur lui confère un climat du type AF de la classification de KOPPEN.

C'est un climat équatorial chaud et humide. La température moyenne annuelle se situe autour de 25°C et la pluviosité moyenne atteint 1800mm. L'humidité relative varie de 80 à 90% et l'insolation est environs 45 %. On distingue 4 saisons dont deux saison de pluie la petite et la grande et deux saison sèche , la petite et la grande (VAN WEMBEKE et LIBENS, 1957).

3.2. MATERIEL

Les graines de *Panda oleosa* et les écorces d'*Afrostryrax cepidophyllus*, ont servi de matériels à nos différentes analyses. Ces échantillons étaient récoltés à la YOKO qui est une réserve localisée dans la localité de Bakumu-mangongo, territoire d'Ubundu, District de la Tshopo dans la province orientale. Elle est traversée par la rivière YOKO qui la divise en deux parties, la partie nord avec 3370 hectares et la partie sud dont la surface est de 3605 hectares soit une superficie totale de 6975ha. Elle est délimitée au nord par la ville de Kisangani, la forêt perturbée au sud et à l'est par la rivière Biaro qui forme une demi-boucle, à l'ouest par la voie ferrée de la route Kisangani-Ubundu, le long de laquelle elle s'étend des points kilométriques 21à38 (LOMBA et NDJELE, 1998).

Les échantillons frais ont été utilisés pour le dosage de l'humidité, le dosage des vitamines A,B1, B2, et B6 .En ce qui concerne les protéines brutes, cendres brutes, les sucres totaux ,les fibres brutes ,les cyanures, les nitrates, les nitrites, les lipides, les oxalates, les minéraux, et les groupes phytochimiques, ils ont été obtenus à partir de ces échantillons après les avoir séchés à la température de laboratoire. La cuisson a été faite par ébullition pendant 30 à 60min et les échantillons bouillis ont été égouttés pendant 2h avant de commencer les analyses.

I. Panda oleosa

Plante de la famille de pandaceae arbre de 10 – 35 m de haut, tronc cylindrique de 0,40 – 1 m de diamètre, à écorce généralement lisse, grisâtre feuilles à stipules linéaires, petites et rapidement caduques.

Nom vernaculaire : Awa (Kumu), bakale (turumbu).

Les graines oléagineuses, à fin gout de noisette, sont comestibles. Les jaunâtre a brunâtre assez compact et mi dur, est deuxième qualité et serait utilisé en menuiserie et en charpenterie. (ROBYNS, 1948)

II. Afrostyrax cepidophyllus

Plante de la famille Huaceae. Il est issu d'un arbre de 20 m de haut, à fût droit, de la forêt au Ghana et au Cameroun et Congo(Brazzaville).L'arbre, les feuilles et les fruits ont une odeur forte se rapprochant de l'oignon ou de l'ail particulièrement forte, l'écorce est de couleur pale et l'intérieur blanchâtre. Les feuilles sont d'un vert très clair sur leur face supérieur. Sur la face intérieur, ils sont ternes, brun pâle à blanc mat en raison d'une couverture dense de petites écailles blanches. Les graines sont utilisées en tant que médicament, au Cameroun les fruits et l'écorce sont utilisés séparément ou ensemble comme épice pour le mbongo, le Nkui, la sauce jaune, le Kpeum sans sel, le Pepper soup

Nom vernaculaire : bombi, huyomi, arbre à ail(www.alicepegie.com/plante)



Fig. 1 : *Panda oleosa*



Fig. 2 : *Afrostyrax cepidophyllus*

2.4. METHODES D'ANALYSES

2.4.1. Analyses quantitatives

2.4.1.1. Détermination de l'humidité

a) Principe

La détermination de la teneur en eau a été effectuée après un séchage à l'étuve des échantillons traités, à la température de 105 °C pendant 24 heures, jusqu'à un poids constant. La différence du poids frais et du poids sec a permis de déterminer l'humidité. (FOUASSIN & NOIRFALISE, 1981).

b) Appareillage

- Balance analytique de précision
- Etuve
- Dessiccateur

c) Mode opératoire

On pèse l'échantillon à l'état frais (P1) posé sur un cylindre en aluminium pesant (P0). Après séchage à l'étuve à 105 °C pendant 24 heures, le cylindre contenant l'échantillon est porté pour être refroidi dans le dessiccateur avant d'être pesé (P3) puis on déduit le poids de l'échantillon sec (P2). La différence de ces deux poids (P1 – P2) nous permet de déduire la teneur en eau.

d) Mode de calcul

- La teneur en eau en % ou % d'humidité est déterminée par la relation suivante

$$\%H = \frac{P1-P2}{P1} \times 100$$

Où H% : pourcentage de l'humidité

Où: P1 = poids de l'échantillon frais en g

P2 = le poids (g) de l'échantillon sec équivalent à P3 – P0

P3 = le poids (g) du cylindre contenant l'échantillon sec et

P0 = le poids (g) du cylindre vide

MS = matières sèches

2.4.1.2. Détermination de cendres brutes (GROEGAERT, 1958)

0. Principe

Les cendres brutes sont obtenues après calcination de l'échantillon sec à haute température. L'échantillon dont il est question est de poids et d'humidité connus, soumis au four à moufle jusqu'à sa réduction en cendres.

0. Mode opératoire

Prélever 2 grammes de poudre séchée au préalable à l'étuve à 105°C dans un creuset taré. Soumettre le creuset contenant l'échantillon dans le four à moufle pendant 4 à 5 heures (ou plus) à une température de 550°C et laisser refroidir dans l'étuve à 105°C puis dans un dessiccateur et enfin peser.

1. Calcul

Les cendres brutes étant exprimées en %, elles s'obtiennent à partir de la relation ci-après :

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

Où %CB : pourcentage des cendres brutes dans la matière sèche

P₂ = Poids de l'échantillon après calcination

P₁ : poids de l'échantillon avant calcination

2.4.1.3. Dosage de protéines brutes

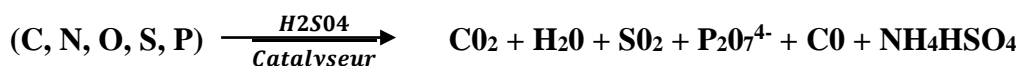
1. Dosage de l'azote total selon Kjeldhal (GROEGEART, 1958)

La méthode de Kjeldhal permet de doser l'azote contenu dans les groupements nitrites, nitrates, amides, amines et acides nucléiques. Cette méthode est réalisée suivant les étapes ci-après : la minéralisation ou la digestion, l'alcalinisation et la distillation et enfin le titrage proprement dit.

1.1. Minéralisation

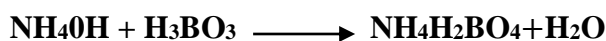
Les matières organiques contenues dans la prise d'essai sont minéralisées par l'acide sulfurique (H₂SO₄) concentré à chaud, en présence d'un catalyseur.

Il se passe la réaction suivante :



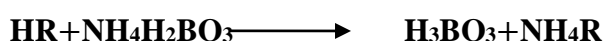
1.2. Alcalinisation ou Distillation

L'excès de base neutralise l'acide sulfurique, et la vapeur d'eau est recueillie dans un récipient contenant une solution d'acide borique (H₂BO₃) et l'indicateur mixte. Il se forme alors la réaction le borate d'ammonium d'après la réaction ci-après



1.3. Titrage

Déterminer la quantité d'ammonium formé par titrage avec H₂SO₄ 0,01N
L'indicateur mixte de Tashiro est utilisé pour repérer le point d'équivalence. L'équation réactionnelle est la suivante :



2. Réactifs

Les réactifs utilisés sont énumérés ci- dessous :

- H_2SO_4 Concentré (d=1,84)
- H_2SO_4 (0,01N)
- H_3BO_3 (4%)
- NaOH (40%)
- Catalyseur mixte : $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4 + \text{Se}$ (40 : 10 :1)

L'indicateur mixte de Tashiro est mélangé en volumes égaux avec le vert de bromocrésol (0,33%), le rouge deméthyl (0, 66%) dans l'alcool éthylique à 25%

3. Mode opératoire

3.1. Digestion

- Peser 0,2g de l'échantillon et mettre dans le ballon Kjeldhal de 250ml tout en évitant d'excéder le col.
- Ajouter 5ml d'acide sulfurique concentré, laisser macérer pendant 30 minutes et ajouter 0,2g de catalyseur mixte.
- Placer le ballon Kjeldhal dans le digesteur et chauffer lentement jusqu'à l'ébullition, arrêter le chauffage si bien que la masse prend une coloration bleu verdâtre.
- Enlever le ballon Kjeldhal du digesteur, laisser refroidir et ajouter 30ml d'eau distillée, verser le contenu dans un ballon jaugé de 50ml et porter le volume au trait de jauge avec l'eau distillée.

3.2. Distillation

Dans un erlenmeyer de 250ml, mettez 10ml d'une solution d'acide borique en y ajoutant 0,5ml d'indicateur mixte. Placer le bécher et son contenu dans le distillateur en telle sorte que le bord inférieur du réfrigérant plonge dans cette solution.

- Introduire successivement 10ml du digestat dans un tube Kjeldhal et ajouter 10ml de NaOH 40% dans le distillateur. La distillation s'effectue par entrainement à la vapeur pendant 5minutes
- La présence de l'ammoniac est indiquée par le changement de la première goutte du distillat, interrompre l'arrivée de la vapeur et enfin, retirer le bécher contenant le distillat également le tube contenant le résidu.

3.3. Dosage

Titrer la solution verte de distillat par le H₂SO₄ 0,01N, l'apparition d'une teinte rose marque la fin du titrage.

4. Calcul

Le pourcentage d'azote est donné par l'expression ci-près :

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

Où EqN : équivalent gramme d'azote

N₁ : normalité du titrât (0,01N)

V₁ : volume du titrât (en litre)

V₂ : volume total du minéralisât

V₃ : volume du minéralisât pour la distillation

P : poids de l'échantillon sec

2. Détermination de protéines brutes

La teneur en protéines brutes (%PB) est déterminée par l'expression ci-après :

$$\%PB = \%N \times 6,25$$

Où %N : teneur en azote total de l'échantillon

6,25 : facteur de conversion de la teneur d'azote en protéine

2.3.1.3. Dosage de lipides (PEARSON, 1981)

1. Principe

La méthode universelle pour la détermination des teneurs en matières grasses dans les aliments est celle de WEIBULL. Pour cette méthode, l'échantillon pesé est chauffé par un bain de vapeur avec chlorure d'hydrogène (HCl) dilué, puis bouilli à la flamme. La solution de l'échantillon est filtrée par un papier filtre mouillé et lavé à l'eau chaude.

Le papier filtre est ensuite séché au four et placé directement dans un appareil de Soxhlet et extrait à l'éther de pétrole. Après cette extraction à froid discontinu, le solvant est évaporé, le résidu gras est séché puis pesé. Il est à noter que dans le filtre humide, les pores sont remplis d'eau, raison pour laquelle les graisses restent sur le filtre. Il est de même à noter que, lors de rinçage avec de l'eau chaude, la graisse ne peut pas glisser à travers le filtre.

2. Réactifs

- HCl 25%
- Eau chaude
- Ether de pétrole

3. Matériels

- Ballon à fond plat (250ml) et bécher (250ml)
- Eprouvette graduée de 50ml et verre de montre
- Pierres ponces, papier filtre et papier indicateur de pH
- Extracteur de SOXHLET
- Balance analytique

4. Procédure

Pour déterminer la matière grasse,

- Peser 5 à 10g de l'échantillon avec une précision de 1mg dans un bécher de 250ml
- Ajouter 50ml de HCl (25%) et quelques pierres ponces, faites bouillir pendant 15min. en étant couvert à l'aide de verre de montre sur une plaque chauffante sous la hotte.
- Après ébullition, rincer le réfrigérant et le filtre chaud sur un papier filtre humide. Le filtre est rincé à l'eau chaude jusqu'à la neutralisation du filtrat avec le papier indicateur de pH et sécher le papier filtre.

Extraction des lipides proprement dite

Mettre la douille dans l'extracteur et fermer avec de l'ouate. Siphonner durant 4 heures avec 300ml d'ether de pétrole dans un récipient sec et taré contenant quelques pierres de ponce. Laisser évaporer le solvant dans le rotavapeur(à 45°C). Sécher dans l'étuve à 105°C jusqu'au poids constant, refroidir et peser.

5. Calcul

Pour détermination de la teneur en lipides, l'expression suivante est utilisée :

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

m= poids de l'échantillon

m₁= poids de ballon vide

m_2 = poids de ballon contenant la matière grasse

$m_2 - m_1$ = poids de lipides en gramme

%L = pourcentage de lipides

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

1. Principe

L'équivalent acide citrique a été déterminé par neutralisation de l'extrait de l'échantillon au moyen de NaOH en présence de la phénolphtaléine 1%

2. Réactifs

- Phénolphtaléine (1%)
- Solution de NaOH 0,1N

3. Mode opératoire

Les étapes sont les suivantes :

- Broyer 5g de matière fraîche dans un mortier
- Ajouter 50ml d'eau distillée et laisser reposer pendant 10min.
- Filtrer et prélever 10ml du filtrat auquel est ajoutée une goutte de phénolphtaléine
- Titrer avec le NaOH 0,1N jusqu'au virage au rose.

4. Calcul

L'équivalent d'acide citrique est déterminé par l'expression ci-après :

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

Où A : pourcentage de l'équivalent acide citrique dans la matière fraîche

V_{NaOH} : nombre de millilitres (ml) de NaOH utilisés pour titrer

N : normalité de NaOH (0,1N)

V_2 : volume de l'extrait titré

0,064 : poids de milliéquivalent d'acide citrique

P : poids de l'échantillon broyé en gramme

2.4.1.5. Dosage de Vitamines

2.4.1.5.1. Acide ascorbique ou vitamine C (FABERT, 1964)

Le dosage d'acide ascorbique a été fait par la méthode d'oxydation à l'iode ; et son extraction a été réalisée après broyage en milieu acide (HCl 2%)

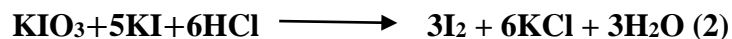
1. Principe

Cette méthode est basée sur le pouvoir réducteur de l'acide ascorbique vis-à-vis de quelques réactifs. La réaction oxydative de l'acide ascorbique avec l'iode donne de meilleurs résultats.

Cette réaction est la suivante :



L'iode nécessaire pour cette réaction est issu 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 arrive au titrage réagit avec le KI et l'iode produit l'oxyde la vitamine C (2) lorsque toute la vitamine C est oxydée, l'iode produit développe en présence de l'amidon une coloration bleue.

2. Réactifs

- HCl 2% (54,3 ml concentré par litre)
- KIO_3 0,001N (0,042g par litre)
- KI 1% (1g par 100ml)
- Solution d'amidon 0,5%

3. Mode opératoire

3. a. Extraction de l'acide ascorbique

Peser 10g de matière fraîche broyée dans un mortier, ajouter 50ml de HCL2 % et laisser reposer pendant 10min. Transvaser quantitativement l'extrait obtenu dans un ballon jaugé de 100ml et porter à la jauge avec la solution de HCl 2%, Agiter puis filtrer directement l'extrait vitaminique.

3. b. Titration de l'extrait obtenu

Prélever 1ml de l'extrait obtenu et ajouter 3ml d'eau distillée contenue dans un erlenmeyer. Ajouter ensuite 0,5ml de KI 1% et 2ml de solution d'amidon 0,5%. Titrer directement avec une solution fraîche de KIO_3 0,001N à l'aide d'une micro burette jusqu'à ce que la solution vire au bleu persistant à l'agitation. Effectuer dans ces mêmes conditions une épreuve témoin en utilisant 1ml de HCl 2% à la place de l'extrait vitaminique.

3. c. Calcul

La teneur en acide ascorbique est donnée par l'expression ci-après :

$$\%X = \frac{(V_e - V_b) \times N \times 88 \times V_t}{P \times V} \times 100$$

Où X% : mg d'acide ascorbique dans 100g de matière fraîche

V_e : millilitres de KIO_3 utilisés pour filtrer l'extrait

V_b : millilitres de KIO_3 utilisés pour filtrer le témoin (ou Blanco)

V_t : volume total de l'extrait

N : normalité de KIO_3 (0,001N)

P : poids de matière fraîche broyée en gramme

88 : poids d'un milliéquivalent d'acide ascorbique

V : volume de l'extrait titré

2.4.1.5.2. Vitamine A et Carotène.

1. Principe (WELCHER, 1963)

La réaction de la vitamine A avec le trichlorure d'ammonium donne une coloration bleue lisible à 620 nm. La vitamine A et le carotène sont extraits par l'éther de pétrole. La densité optique de carotène s'obtient à 490 nm.

2. Mode opératoire

L'extraction et le dosage du carotène s'effectue d'après la procédure ci-après :

- Mettre dans un tube à centrifuger 5g du broyant de l'échantillon, ajouter 5ml d'éthanol (95%), agiter et ajouter 12ml d'éther de pétrole ; et agiter pendant 10min et enfin centrifuger.
- Prélever la phase étherée, c'est à dire 10ml de liquide surnageant et mettre dans la cuve et enfin lire le résultat à 490 nm contre l'éther de pétrole. Considérant le

standard, il faut prendre 0,02% de $K_2Cr_2O_7$ qui donne une coloration jaune qu'une solution de β -carotène 1,12mg par millilitre.

3. Dosage de la vitamine A

Faire évaporer en premier lieu l'éther de pétrole à 45°C. Le résidu est dissout dans 1ml de chloroforme suivi d'une addition rapide de 5ml du réactif de chlorure d'antimoine. Il faut noter qu'il existe un rapport entre le β -carotène et la vitamine A.

88mg de β -carotène = 84,1 unités de vitamine A

4. Calcul

$$CI = \frac{CS \times DO_i \times Fd}{DO_s}$$

Où CI : concentration de l'inconnu

CS : concentration du standard

DO_i : densité optique de l'inconnu

DO_s : densité optique du standard

Fd : facteur de dilution

2.4.1.5.3. Thiamine ou vitamine B1 (WELCHER, 1963)

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 au préalable. La différence de fluorescence convenablement filtrée correspond à l'effet du thiochrome seul.

2. Réactifs

Les réactifs ci-après sont utilisés :

- Tampon acétate 0,2M à pH=4
 - a. 0,2N HAc (1,15ml/100ml d'eau)
 - b. 0,2N NaAc (2,72g/100ml d'eau)

82ml de (a) + 18ml de (b) — 100ml de la solution

- Standard 200mg/ml de vitamine B1 dans deux parties égales d'eau distillée et tampon acétate.

3. Mode opératoire

Tableau 1. Mode opératoire de dosage de la thiamine

Réactifs	TUBE		
	A inconnu (1ml)	B standard (1ml)	C blanc H2O + tampon (1 :1)
Méthanol	1 ml	1 ml	1 ml
NaOH 30 %	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

Après agitation, centrifuger l'extrait à 2000 tours par minute, prélever la phase aqueuse et lire à 570 nm. Cet extrait est préparé en présence de tampon acétate 0,2M à pH4.

4. Calcul

La concentration en vitamine B1 est donnée par l'expression :

$$CI = \frac{CS \times DOI \times Fd}{DOs}$$

Où CI : concentration de l'inconnu

CS : concentration du standard

DO_I : densité optique de l'inconnu

DO_S : densité optique du standard

Fd : facteur de dilution

2.4.1.5.4. Riboflavine ou Vitamine B2 (WELCHER, 1963)

1. principe

L'oxydation de la riboflavine par le KMnO₄ en présence de H₂O₂ (eau oxygénée) donne un produit qu'on peut colorimétrer à 620 nm.

2. Réactifs

Les réactifs utilisés sont les suivants :

- KMnO₄ 3% (Permanganate de potassium)
- H₂O₂ (eau oxygénée) 30%
- HAc (Acide acétique) 0,02N
- Standard riboflavine : 10 mg/100ml de HAc 0,02N

3 .Mode opératoire

Le mode opératoire est résumé dans le tableau 2.

Tableau 2 : mode opératoire de dosage de la riboflavine

Réactifs	Tube		
	Inconnu (1ml)	Standard (1ml)	Blanc H ₂ O distillée (1ml)
H ₂ O	1ml	1ml	1ml
KMNO ₄	0,5ml	0,5ml	0,5ml
H ₂ O ₂	4 gouttes	4 gouttes	4 gouttes

La lecture se fait à 620 nm

4. Calcul

La concentration en riboflavine est donnée par l'expression ci-après :

$$CI = \frac{CS \times DO_i \times Fd}{DO_s}$$

Où CI : concentration de l'inconnu

CS : concentration du standard

DO_i : densité optique de l'inconnu

DO_s : densité optique du standard

Fd : facteur de dilution

2.4.1.6. Pyridoxine ou vitamine B6 (WELCHER, 1963)

1. Principe

La vitamine B6 est extraite par le méthanol en milieu acide (HCl 0,1N). La fluorescence due au ferrocyanure est déterminée après oxydation et le volume du ferrocyanure nécessaire pour l'oxydation sera défini, la lecture de la densité optique se fait à 550 nm.

2. Réactifs

Les réactifs ci-après sont utilisés :

- Le standard de pyridoxine est de 10µg/ml dans 0,1N HCl
- L'échantillon : extraire la vitamine avec 0,1N HCl

5. Mode opératoire

Le mode opératoire est résumé dans le tableau 3.

Tableau 3 : Mode opératoire de dosage de vitamine B6

Réactifs	Tubes		
	A Inconnu 1ml	B Standard 1ml	C Blanc (HCl 0.1N) 1ml
Méthanol	1ml	1ml	1ml
NaOH 3%	0.5ml	0.5ml	0.5ml
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 5min.

6. Calcul

La concentration de pyridoxine est donnée par l'expression ci-après :

$$CI = \frac{CS \times DOI \times Fd}{DO_s}$$

- Où
- CI : concentration de l'inconnu
 - CS : concentration du standard
 - DO_S : densité optique du standard
 - DO_s : densité optique inconnu

2.4.1.6. Détermination de fibres brutes (FOUASSIN & NOIRFALISE, 1981)

a. Principe

Le principe de la détermination de la teneur en fibres brutes repose sur la solubilisation des polyholsides non cellulosiques des protéines, des lipides et des acides nucléiques par un mélange d'acide nitrique.

Le résidu est constitué essentiellement de cellulose et de ligno-cellulosique ainsi que de faibles quantités minérales d'acide formique

b. Réactifs

- Acide acétique 80% : CH₃COOH
- Acide nitrique concentré
- Ethanol : CH₃CH₂OH

c. Mode opératoire

0,5g de l'échantillon (P_1) à analyser ont été introduits dans un ballon ; 30ml d'acide acétique 80% ont été ajoutés au ballon et 3ml d'acide nitrique ont également été ajoutés au ballon comme mélange d'attaque. Ce mélange a été chauffé pendant 30minutes. Après refroidissement, la solution a été filtrée sur un papier filtre préalablement taré (P_0). Après lavage à l'eau distillée bouillante et à l'éthanol, le papier filtre contenant le résidu a été séché à l'étuve pendant 24 heures puis, refroidi dans le dessiccateur et pesé (P_3)

d. Mode de calcul

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

P_0 = poids du papier filtre

P_1 = poids de l'échantillon

P_2 = poids du papier filtre avec fibres

$P_2 = P_3 - P_0$ poids de fibres

2.4.1.6. Détermination des éléments minéraux

La minéralisation (RANST, 1999)

1. Principe

Le principe consiste à détruire les composés organiques par calcination à haute température (550°C) ensuite solubiliser la cendre brute dans un acide minéral.

2. Mode opératoire

Peser 1g d'échantillon, mettre dans un creuset puis calciner au four à moufle pendant plus ou moins 4heures pour obtenir la cendre. Refroidir dans un dessiccateur ; ajouter 5ml de HNO_3 6M, bouillir lentement sur une plaque chauffante jusqu'à sa réduction à 1ml, ajouter 5ml de HNO_3 et chauffer quelques minutes puis filtrer la solution à chaud. Nettoyer plusieurs fois les résidus restant dans le creuset avec HNO_3 1%, ajouter de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge (50ml)

La solution ainsi obtenue est appelée minéralisât qui va servir aux dosages des éléments minéraux tels que le calcium, le magnésium, le fer et le phosphore.

1. Dosage du calcium (CHARLOT, 1966)

1.1 . Principe

La méthode de complexiométrie de l'EDTA (acide éthylène diamine tétra-acétique) a été utilisée pour le dosage du calcium. En effet, le sel bisodique de l'EDTA forme des complexes avec les métaux bivalents et trivalents. Il produit avec l'ion Ca^{++} 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 la triéthanolamine.

1.2 . Réactifs

Le calcium est dosé par les réactifs ci-après :

- KCN1% (1g/100ml) ou pyridine
- Chlorhydrate de triéthanolamine (133ml de triéthanolamine + 86,4ml de HCl concentré, ramener à 1l par l'eau distillée)
- NaOH 2N (80g/l)
- EDTA 0,02N (3,72g/l)
- Calcon 0,4% (0,2g de calcon/50 ml de méthanol)

1.3 Mode opératoire

Les opérations ci-après sont effectuées :

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

1.4. Calcul (ONYAMBOKO et TCHATCHAMBE, 1988)

$$\text{Gramme de calcium dans 100g de MS} = V \times N \times 20$$

Où MS : matière sèche

V : nombre de ml de l'EDTA utilisé pour le titrage

N : normalité de l'EDTA (0,02N)

20 : facteur de dilution

2 Dosage de magnésium (CHARLOT, 1966)

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

2.1 Principe

Le principe est quasiment le même que celui précédemment décrit pour le dosage de calcium par contre, le magnésium sera complexé sous forme de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ et le travail s'effectue à un pH inférieur à 12 (pH=10) et ce pH est maintenu en utilisant le tampon ammoniacal.

2.2 Réactifs

Les réactifs utilisés sont les suivants :

- EDTA 0,02N (3,72g/l)
- Tampon ammoniacal $\text{NH}_3\text{-NH}_4$, pH10 (3,5g de NH_4Cl + 30ml de NH_4OH 25%, ramené à 50 ml de solution avec de l'eau distillée)
- Indicateur noir d'ériochromeT (0,2g+300g de NaCl)
- KCN 1% (1g /100ml)

2.3. Mode opératoire

Suivre les étapes ci-après :

- Prélever 10ml de minéralisât et mettre 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 ajuster à 10) et une pincée de noir d'érichrome T, la solution prend une coloration rouge-violette
- Titrer doucement avec l'EDTA 0,02N jusqu'à l'apparition de la coloration «bleu franc ou bleu délavé»

2.4. Calcul

La teneur en Magnésium est déterminée par l'expression ci-après :

MS= g de Mg dans 100g de matières sèches

$$MS = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times FC \times 12 \times 0.001 \times 100 \times 100}{P \times a}$$

Où V_1 : nombre de millilitres de l'EDTA pour la somme de Ca + Mg

V_2 : nombre de millilitres de l'EDTA du Ca

N : normalité de l'EDTA (0,02N)

FC : facteur de correction de l'EDTA (1,064)

A : aliquote (10ml)

10^{-3} : facteur de conversion de mg en g

10^2 : volume total du minéralisât

10^2 : 100g de matière sèche

12 : milliéquivalent Mg^{2+}

3. Dosage du fer (DESSART *et al*, 1973)

3.1. Principe

Le dosage du fer est basé sur l'équation suivante :



La fin du titrage est repérée par le diphénylamine, indicateur interne qui produit une coloration violette dans la solution au point d'équivalence.

2.3. Réactifs

Les réactifs ci-après sont utilisés :

- Solution de H_2SO_4 concentré, H_3PO_4 concentré et H_2O dans les proportions respectivement 1 : 1 : 5

- Indicateur diphénylamine 1% dans H₂SO₄ concentré
- K₂Cr₂O₇ 0,01N (bichromate de potassium)

2. Mode opératoire

Suivre les opérations ci-après :

- Prélever 2ml de minéralisât
- Ajouter 2ml d'acide sulfurique concentré, acide phosphorique et l'eau 1 : 1 : 5
- Ensuite ajouter 3 gouttes de l'indicateur diphénylamine 1% et titrer avec bichromate de potassium 0,01N
- Enfin, l'apparition de la coloration blue violette persistante indique la fin du titrage

3. Calcul

Le pourcentage du fer est donné par l'expression ci-après :

$$\%Fe = VK_2Cr_2O_7 \times 1,675$$

Où %Fe : pourcentage du fer

VK₂Cr₂O₇ : volume de bichromate de potassium utilisé pour le titrage

1,675 : facteur tenant compte de dilution

4. Dosage du phosphore (CHARLOT, 1966)

4.1. 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 la couleur de solution est proportionnelle à la quantité de phosphate présent.

4.2. Réactifs

Les réactifs ci-après sont utilisés :

Solution molybdique

- Dissoudre 50g de molybdate d'ammonium dans 400ml d'eau distillée chauffée à 50°C, filtrer et laisser refroidir

- b) Diluer 500ml d'acide sulfurique concentré dans l'eau de manière à obtenir environ 1600ml et laisser refroidir.

Mélanger la solution a) et b) porter à 2 litres et conserver à l'abri de la lumière.

- a) Dissoudre 1,25g de $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dans 40ml de $\text{HCl} 1\text{N}$
b) Filtrer et porter à 250ml

4.3. Mode opératoire

- Prélever 2ml de minéralisât et ajouter 1ml de la solution molybdique
- Ajouter ensuite 1ml de la solution réductrice et lire la densité optique au spectrophotomètre après apparition de la coloration bleue à 420 nm

N.B. Concernant le blanc, c'est l'eau distillée (2ml) qui est utilisée au lieu et place de l'échantillon et l'opération est similaire à la précédente.

4.4. Calcul (ONYAMBOKO et TCHATCHAMBE, 1988)

La teneur du phosphore dans la matière sèche est donnée par l'expression ci-après :

$$\%P = \frac{DOI}{DOS} \times 1,25 \times 10^{-1}$$

Où %P: teneur en phosphore dans la matière sèche

DO_s : densité optique du standard

DO₁ : densité optique de l'inconnu

0,125 : facteur de dilution

2.2.1.9. Dosage de sucres totaux (DUBOIS *et al*, 1956)

1. Réactifs

La détermination de sucres totaux nécessite les réactifs suivants :

- H_2SO_4 1,5 N
- Ethanol 70%
- Sulfate de zinc : 2g/ 100ml
- $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN}_6)$ 10,6g/ 100ml
- H_2O distillée

- Phénol aqueux
- H₂SO₄ concentré

2. Mode opératoire

- Mélanger 0,5g de poudre de l'échantillon avec 10ml de H₂SO₄ 1,5N et soumettre cette solution à la température d'ébullition pendant 15min. et laisser refroidir à la température ambiante
- Ensuite, ajouter 10ml d'éthanol 70%, 0,5ml de sulfate de zinc et 0,5ml de K₄Fe(CN)₆
- Filtrer la suspension à l'aide d'une fiole de 50ml et ramener au trait de jauge avec de l'eau distillée.

Tableau 4 : mode opératoire pour le dosage de sucres totaux.

Réactifs	Blanc	Standard				Echantillon
		1	2	3	4	
Echantillon		0,5	1	1,5	2	0.5ml
Eau distillée	2ml	1,5	1	0,5	0	1,5ml
Phénol aqueux	1ml	1	1	1	1	1ml
H ₂ SO ₄ concentré	5ml	5	5	5	5	5ml

Attendre après 10minutes et lire à 490 nm

2.2.2. ANALYSES QUALITATIVES

2.2.2.1. Test qualitatif d'oxalate (FIELGL et al, 1966)

1. Réactifs

- L'unique réactif utilisé ici est la poudre de diphénylamine

2. Mode opératoire

- Prendre un peu de poudre ou fragment de l'échantillon et mettre dans un tube à essai
- Ajouter la poudre de diphénylamine et chauffer cette solution
- L'apparition de la coloration bleue indique la présence d'oxalate sinon, le test est déclaré négatif.

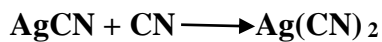
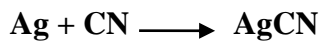
2.2.2.2. Test de cyanure (DESSART *et al*, 1974)

1. Principe

Une solution de cyanure traitée par nitrate d'argent donne un précipité blanc de l'AgCN (cyanure d'argent) à la zone de contact de deux solutions.

Le précipité se solubilise après agitation de la solution dont le sel alcalin est soluble.

Voici la réaction :



A la fin de la réaction de complexations, l'addition d'un excès d'ions Ag^+ donne un précipité blanc de cyanure d'argent



L'apparition d'un trouble dans la solution marque la fin du titrage

2. Réactif

Seulement une solution de nitrate d'argent est nécessitée

3. Mode opératoire

- Mettre la poudre de l'échantillon dans un tube à essai
- Ajouter progressivement la solution de nitrate d'argent jusqu'à son excès afin d'observer la formation d'un précipité blanc. L'apparition de ce précipité blanc signale la présence de cyanure sinon, le test est déclaré négatif.

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

1. Principe

Pour ce genre de test, il faut prendre un peu de poudre de diphénylamine, mélangé avec un certain volume d'acide sulfurique concentré et un petit volume d'eau distillée. Lorsque la dissolution est complète, une bonne quantité d'acide sulfurique concentré est ajoutée à environ 1mg de solution fine de réactif.

2. Mode opératoire

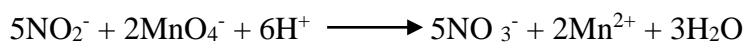
La mise en évidence des nitrates est réalisée d'après les étapes suivantes :

- Mettre dans un tube à essai un peu de poudre de l'échantillon puis ajouter 0,5ml du réactif obtenu à partir des étapes ci-démontrées
- L'apparition d'une coloration bleue signale la présence de nitrates, le test est déclaré négatif dans le cas contraire.

2.2.2.4. Test qualitatif pour le nitrite (DESSART et JODOGNE, 1973)

1. Principe

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



2. Mode opératoire

Mettre une solution de KMnO_4 acidifié dans un tube à essai et ajouter progressivement l'échantillon. La décoloration de KMnO_4 indique un test positif, sinon le test est alors négatif.

2.2.3. ANALYSES QUALITATIVES DES GROUPES PHYTOCHIMIQUES

2.2.3.1. Détection des alcaloïdes (MABIKA, 1983)

1. Réactifs

- HCl 1%
- Réactif de Drangerdoff

a) 1,7g de nitrate de bismuth + 5ml d'eau distillée + 20ml de CH_3COOH

b) 10g de KI + 40ml d'eau distillée

c) Mélanger a) et b)

2. Mode opératoire

Prendre 1g de poudre de la matière organique et laisser en macération dans une solution de HCl 1% en 10ml pendant 24heures. Après filtration, tester le macéré avec quelques gouttes de réactif de Drangerdoff. Les alcaloïdes forment un précipité rouge avec le réactif de Drangerdoff, sinon le test est négatif.

2.2.3.2. Détection de flavonoïdes (WEAST et ROBERT, 1970)

1. Réactifs

- Ethanol (95%)
- Acide chlorhydrique
- Coupeau de magnésium
- Alcool isoamylique

2. Mode opératoire

Infuser 5g de matériel en morceau dans 45ml d'eau distillée bouillante pendant 30 min. puis filtrer, de la solution obtenue, prélever 5ml, ajouter successivement 5ml d'éthanol 95%, 2ml d'eau distillée, 2ml d'HCl concentré, 0,5g de coupeau de magnésium et 5gouttes d'alcool isoamylique.

La coloration rose, orange ou rouge violacée apparue dans la couche surnageant d'alcool isoamylique indique la présence d'un flavonoïde, sinon le test est déclaré négatif.

2.2.3.3. Détection de tanins (WEAST et ROBERT, 1970)

1. Réactifs

Seule la solution de chlorure ferrique 1% est utilisée

2. Mode opératoire

A 5ml de l'infusé issu du test de flavonoïde, ajouter 5gouttes d'une solution de chlorure ferrique 1%. L'apparition d'un précipité montre la présence de tanins, dans le cas contraire le test est négatif.

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

1. Réactifs

- Ether diéthylique
- Anhydride acétique
- Acide sulfurique 32%

2. Mode opératoire

Prendre 1g de l'échantillon grossièrement broyé qui est mis en macération pendant 24heures dans une fiole contenant 20ml d'éther diéthylique. Quelques gouttes (environ 5) de la solution en macération sont évaporées sur un verre de montre. Le résidu est récupéré par 2gouttes d'anhydride acétique. L'addition d'une goutte d'acide sulfurique 32% donne en présence de composés steroliques une coloration mauve virant au vert sinon, le test est déclaré négatif

CHAPITRE TROISIEME : RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats des analyses chimiques quantitatives des substances nutritives et des analyses chimiques qualitatives des substances toxiques et des groupes phytochimiques contenues dans les légumes sauvages étudiés sont présentés dans les tableaux et les figures ci-après.

III.1. ANALYSES QUANTITATIVES:

III.1.1.HUMIDITE

Les valeurs de l'humidité chez les fruits de *Panda oleosa* après cuisson et les écorces de tiges d'*Afrostryax cepidophyllus* avant cuisson analysés sont données par la figure 1 suivante :

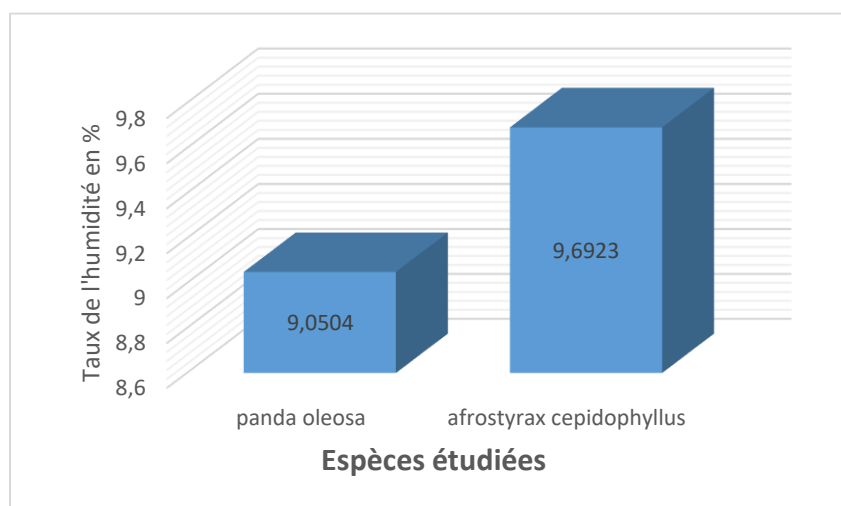


Figure : 1 Taux d'humidité dans les graines et les écorces de tiges des plantes analysées.

Il ressort de cette figure 1 que le taux d'humidité dans les graines et les écorces de tiges des plantes analysées varie entre 9,05% (*Panda oleosa*) et 9,69% (*Afrostryax cepidophyllus*).

En comparant nos données avec celles de SANGWA (2013), nous constatons que les graines de *Panda oleosa* après cuisson ont un taux d'humidité plus faible que les fruits de *Myriantus arboreus* avant cuisson.

Les écorces de tiges d'*Afrostryax cepidophyllus* contiennent, moins d'eau que les écorces de tiges de *Scorodophloeus zenkeri* (44,8%) et les racines de *Pentadiplandra brazzeana* (44,81%) analysées par SOLOMO (2011).

III.2. TENEUR EN CENDRES BRUTES

La figure 2 nous donne la variation de la teneur en cendres brutes dans les fruits de *Panda oleosa* après cuisson et les écorces de tiges d'*Afrostryax cepidophyllus* avant cuisson analysés.



Figure 2 : La teneur en cendres brutes chez les fruits et les écorces de tiges des espèces étudiées

Le taux en cendres brutes chez les espèces étudiées varie entre 3,5% (*Afrostryax cepidophyllus*) et 5% (*Panda oleosa*)

En comparant nos données à celles de MUNDAY (2012), nous constatons que les écorces d'*Afrostryax cepidophyllus* sont moins riches en cendres brutes avant cuisson que les racines de *Pentadiplandra brazzeana* avant et après cuisson (25,02% et 7,93%). Par contre, nos graines de *Panda oleosa* contiennent plus des cendres brutes après cuisson que les graines de *Moringa oleifera* (3,2g%) analysées par RALEZO (2006) avant cuisson,

II.3. LIPIDES

La variation de la teneur en lipides chez les fruits de *Panda oleosa* après cuisson et les écorces de tiges d'*Afrostryax cepidophyllus* étudiés est donnée par la figure 3 ci-dessous

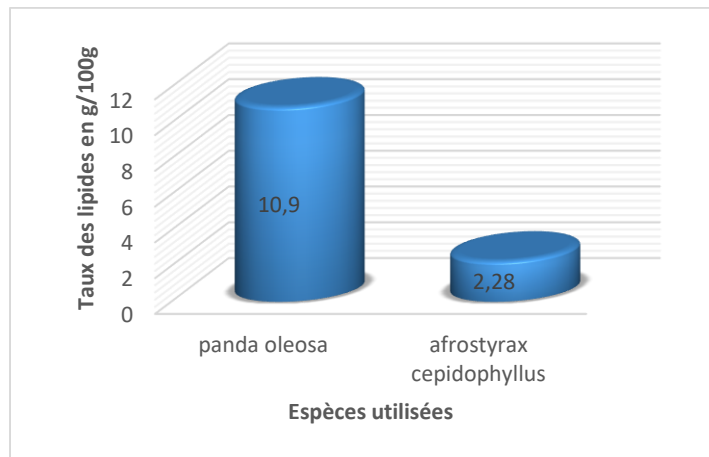


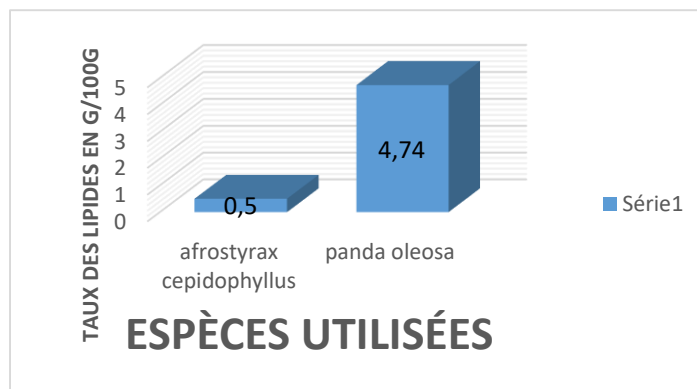
Figure 3 : La teneur en lipides chez les fruits et les écorces de tiges des espèces analysées

La figure 3 montre que la teneur en matières grasses brutes dans les fruits et les écorces de tiges des plantes étudiées varie entre 2,28% (*Afrostryax cepidophyllus*) et 10,9% (*Panda oleosa*)

En comparant nos données avec celles de SEKONE (2006), nous remarquons que les graines de *Panda oleosa* sont moins riches en lipides après cuisson que les graines *Moringa oleifera* 34,7% avant cuisson. Par contre, les écorces de tiges d'*Afrostryax cepidophyllus* étudiées sont plus riches en lipides avant cuisson que les écorces de tiges de *Scorodophloeus zenkeri* avant cuisson (0,147%) étudiées par SOLOMO(2007),

III.4. TENEUR EN PROTEINES BRUTES

La variation de la teneur en protéines chez les fruits de *Panda oleosa* après cuisson et les écorces d'*Afrostryax cepidophyllus* avant cuisson analysés est donnée par la figure 4 ci-dessous



La figure 4 : la teneur en protéine chez les espèces analysées

La figure 4 ci-haut montre que la teneur en protéine chez les espèces analysées varie entre 0,5g/100g (*afrostryrax cepidophyllus*) et 4,75g/100g (*panda oleosa*).

En comparant nos données à celles de SOLOMO (2007), nous constatons que les graines de *Panda oleosa* sont plus riches en protéine que les graines de *solanum americanum* (0,31mg/100g).

Egalement par rapport à SOLOMO (2007), nous constatons que les écorces d'*Afrostryrax cepidophyllus* (0,5g/100g) sont aussi moins riches en protéines que celles de *Scorodophloeus zenkeri* (1,33g/100g).

III.1.4. les vitamines A

La figure 5 nous présente les teneurs en vitamine A dans les fruits de *Panda oleosa* après cuisson et les écorces de tiges d'*Afrostryrax cepidophyllus* avant cuisson analysés .

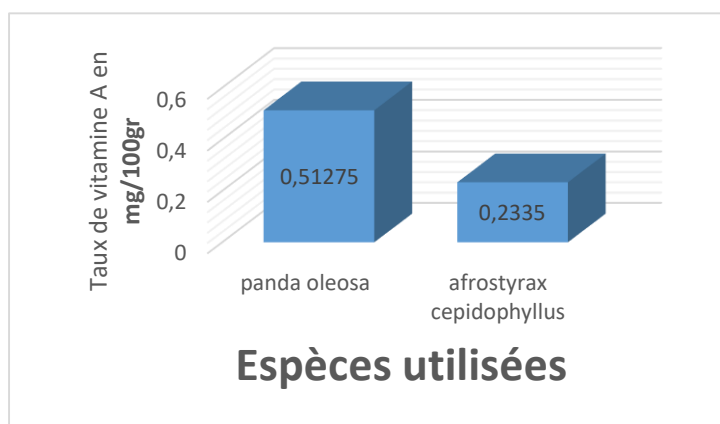


Figure 5. La teneur en vitamine A dans les fruits et les écorces de tiges des plantes étudiées

Dans cette figure , nous constatons que la teneur en vitamine A varié entre 0,2335 mg/100gr (*Afrostryrax cepidophyllus*) et 0,51275 mg/100gr (*Panda oleosa*).

Si nous comparons nos résultats avec ceux de TOURY (2007), nous constatons que les graines *Panda oleosa* sont moins riches en vitamine A après cuisson que les fruits de *Moringa oleifera* (23 mg/100g) avant cuisson.. Les écorces de tiges

de *Scorodophloeus zenkeri* (0,04mg/100g) contiennent moins de vitamine A par rapport à celles d'*Afrostryrax cepidophyllus* (SOLOMO, 2007).

III.1.5. Teneur en vitamine B1

La figure 6 ci-dessous présente les teneurs en thiamine chez les fruits de *Panda oleosa* et les écorces de tiges d'*Afrostryrax cepidophyllus* des espèces analysées.

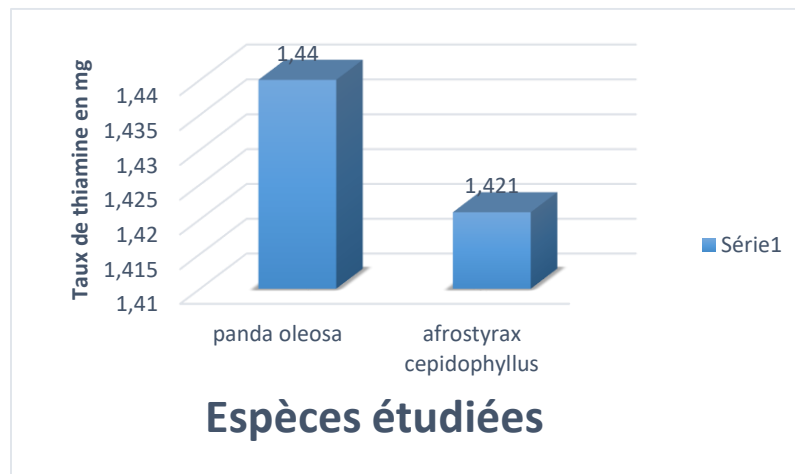


Figure 6. La teneur en thiamine dans les fruits et les écorces de tiges des plantes analysées.

La figure 6 ci-haut montre que la teneur en thiamine dans les fruits et les écorces de tiges des plantes analysées varie entre 1,421mg/100g (*Afrostryrax cepidophyllus*) et 1,44mg/100g (*Panda oleosa*).

En comparant nos données à celles de TOURY (2009), nous voyons que nos graines de *Panda oleosa* analysées sont moins riches en thiamine par rapport à celles de *Moringa oleifera* (23mg/100g) Par contre, les écorces de tiges d'*Afrostryrax cepidophyllus*, sont moins riches avant cuisson que celles de *Scorodophloeus zenkeri* (2,81 mg/100 g) étudiées par BANGALA (2013) après cuisson.

III.1.6. Teneur en vitamine B2 ou Riboflavine.

La figure 7 ci-dessus présente la teneur en vitamine B2 chez les fruits de *Panda oleosa* avant cuisson et les écorces de tiges d'*Afrostryrax cepidophyllus* après cuisson analysées.

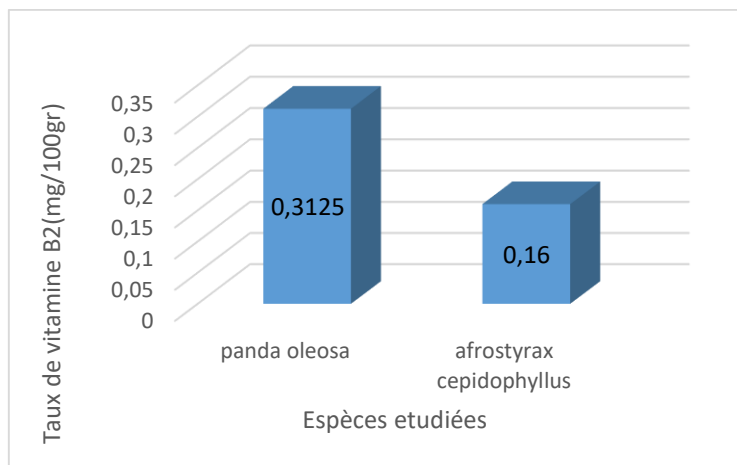


Figure 7 : Vitamine B2 ou Riboflavine chez les fruits et les écorces de tiges des plantes analysées.

La figure 7 ci-dessous montre que le taux de riboflavine chez les fruits et les écorces de tiges des plantes analysées varie entre 0,16mg/100gr (*Afrostyrax cepidophyllus*) et 0,3125mg/100gr (*Panda oleosa*)

En comparant nos résultats à ceux de TOURY *et al* (2009), nous remarquons que nos graines de *Panda oleosa* analysées ont un taux en vitamine B2 moins élevé que celles de *Moringa oleifera*(23mg/100g). Nous remarquons aussi que les écorces de tiges d'*Afrostyrax cepidophyllus* ont un taux en vitamine B2 moins élevé que les racines de *Pentadiplandra brazzeana* (0,195mg/100g) et les écorces de tiges de *Scorodophloeus zenkeri*(0,1mg/100g) avant cuisson (SOLOMO,2011)

III.1.7. Teneur en vitamine B6 ou Pyridoxine

La valeur de pyridoxine dans les fruits de *Panda oleosa* avant cuisson et les écorces de tiges d'*Afrostyrax cepidophyllus* après cuisson analysées est présentée dans la figure 8 suivante :

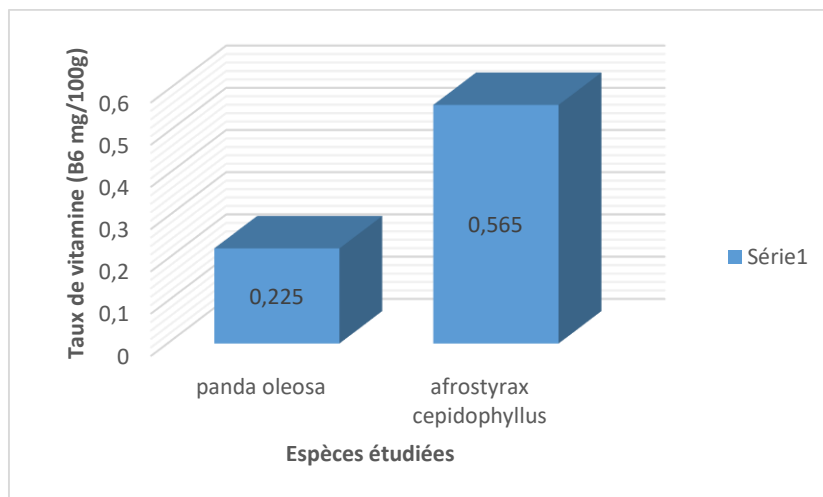


Figure 8 : Taux de vitamine B6 ou Pyridoxine dans les fruits et les écorces de tiges des plantes analysées.

Nous remarquons à partir de cette figure que la teneur en pyridoxine varié entre 0,225 mg/100g (*Afrostyrax cepidophyllus*) et 0,565 mg/100g (*Panda oleosa*).

En comparant nos données à celles de SOLOMO (2007), nous constatons que les écorces de tiges d'*Afrostyrax cepidophyllus* ont une teneur en vitamine B6 supérieure à celles de *Scorodophloeus zenkeri* (0,5mg/100g) et les racines de *Pendadiplandra brazzeana* (0,1mg/100g). Par contre, les graines de *Panda oleosa* contiennent plus de pyridoxine après cuisson que l'orange (0,03mg/100g) et l'ananas (0,08mg/100g) effectués par APFELBAUM *et al*(2004) avant cuisson.

III.2. LES MINERAUX

Les résultats relatifs à la teneur des plantes analysées en différents minéraux essentiels sont présentés dans les figures 9, 10, 11 et 12 ci-dessous.

III.2.1. Teneur en calcium

La valeur de calcium dans les fruits avant cuisson et les écorces de tiges après cuisson des plantes analysées est présentée dans la figure 9 ci-après

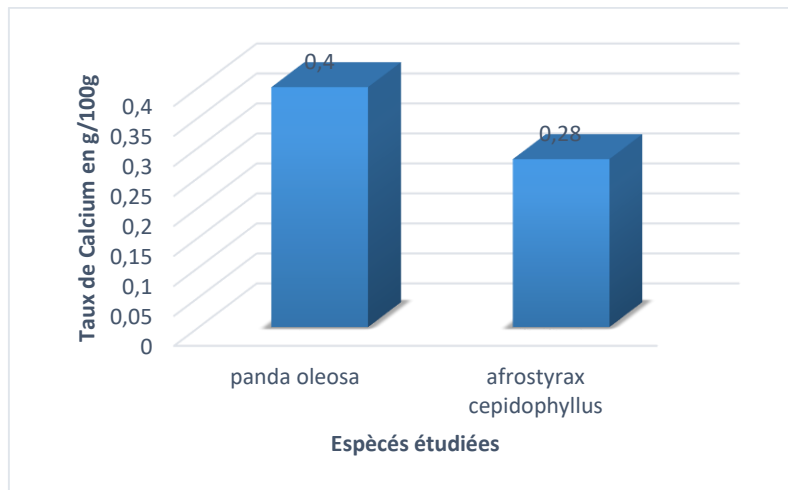


Figure 9. Teneur en calcium dans les fruits et les écorces de tiges de nos deux plantes

La figure 9 ci-dessus montre que la teneur en calcium dans nos espèces analysées varie entre 0,28 % (*Panda oleosa*) et 0,4% (*Afrostryax cepidophyllus*).

Nos résultats comparés à ceux de MUNDAYI (2012), nous remarquons que les écorces de tiges d'*Afrostryax cepidophyllus* sont moins riches en calcium par rapport aux racines de *Pentadiplandra brazzeana* 0,6%. Nous remarquons aussi que les graines de *Panda oleosa* sont moins riches en calcium par rapport à celles de *Moringa oleifera* trouvées par RALEZO(2006).

III.2.2. Teneur en fer

La teneur de fer dans les fruits avant cuisson et les écorces de tiges après cuisson des plantes analysées est présentée dans la figure 10 ci-dessous :

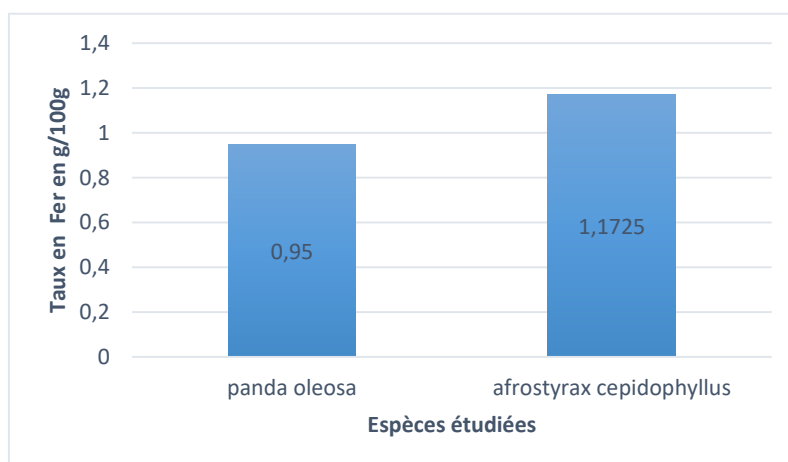


Figure 10 : Teneur en fer dans les fruits et les écorces de tiges des plantes analysées

La figure 10 ci-haut nous montre que le taux de fer dans les fruits et les écorces de tiges des plantes analysées varie entre 0,95% chez *Panda oleosa* et 1,1725% chez *Afrostryax cepidophyllus*

En comparant nos résultats à celles de MUNDAY (2012), nous constatons que la teneur en fer chez les racines de *Pentadiplandra brazzeana* (1,67%) est plus élevée avant cuisson que dans les écorces de tiges d'*Afrostryax cepidophyllus* avant cuisson. Nous constatons aussi que nos graines de *Panda oleosa* sont moins riches en calcium que celles de *Moringa oleifera* 2,63g/100g trouvé par SEKONE (2006),

III. 2.3. Teneur en phosphore

Les résultats du dosage de phosphore dans les fruits avant cuisson et les écorces de tiges après cuisson des plantes analysées sont présentés dans la figure 11 suivante :

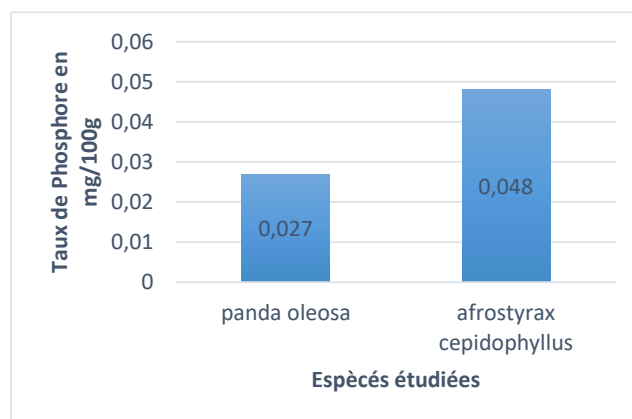


Fig. 11. Teneur en phosphore dans les fruits et les écorces de tiges des plantes étudiées.

Cette figure nous montre que le taux de phosphore dans nos échantillons varie entre 0,027 % chez *Panda oleosa* et 0,048 % chez *Afrostryax cepidophyllus* qui a la teneur la plus élevée que l'autre.

En référant nos données avec celles de TOURY *et al* (2009)., les graines de *Panda oleosa* sont plus riches en phosphore que celles de *Moringa oleifera* (2,3 mg/100g). Par ailleurs, en comparant nos données à celles de SOLOMO (2007), nous découvrons que les écorces d'*Afrostryax cepidophyllus* sont plus riches en phosphore avant cuisson que celles de *Scorodophloeus zenkeri* (0,014mg/100g) avant cuisson

III.2.3. Teneur en magnésium

La valeur de magnésium dans les fruits avant cuisson et les écorces de tiges après cuisson des plantes analysées est présentée dans la figure 12 ci-dessous :

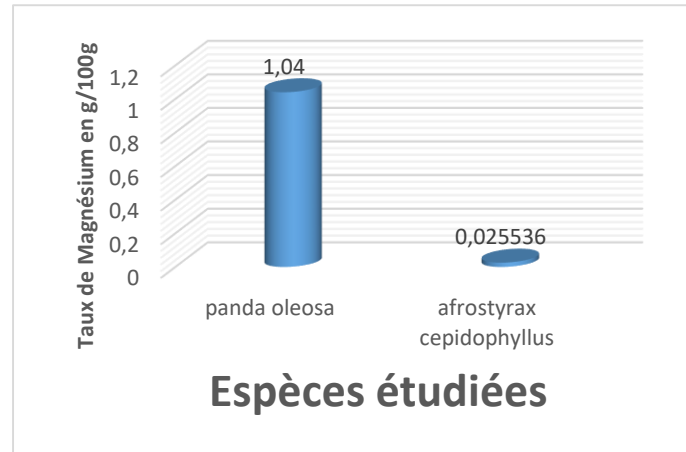


Figure 12 : Taux de magnésium dans les fruits et les écorces de tiges des plantes analysées.

Pour la figure 12 ci-dessus, le taux de magnésium dans les fruits et les écorces de tiges des plantes analysées. Varie entre 0,025536 % (*Afrostryax cepidophyllus*) et 1,04 % (*Panda oleosa*).

En comparant nos résultats avec ceux de BOKOTA (2007), nous constatons que nos graines de *Panda oleosa* ont une teneur légèrement inférieure en magnésium après cuisson que celles de *Picralina nitida* (1,5%) avant cuisson.

Selon SOLOMO (2007), la teneur en magnésium dans les écorces de *Scorodophloeus zenkeri* est de 6,8%. En partant de nos résultats, nous constatons que les écorces d'*Afrostryax cepidophyllus* sont moins riches en magnésium avant cuisson que celles de *Scorodophloeus zenkeri* avant cuisson.

III .2 .4. Taux de fibres brutes

La figure 13 nous présente la teneur en fibres brutes dans les fruits après cuisson et les écorces de tiges avant cuisson des plantes étudiées

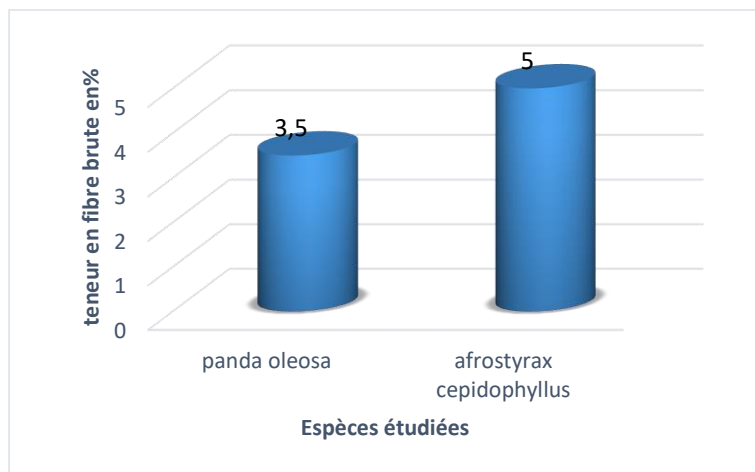


Fig. 13. Teneur en fibres brutes dans les fruits et les écorces de tiges des échantillons analysés

Il ressort de cette figure 13 que les graines de *Panda oleosa* (3,4%) analysés contiennent moins de fibres brutes après cuisson que les écorces de tiges d'*Afrostryrax cepidophyllus* (7%) analysés.

Selon PAMPLONA (2011), la teneur en fibres brutes dans l'igname et la carotte/ est respectivement de 4,10g/100g et de 3g/100g. En partant de nos données, nous remarquons que l'écorce d'*Afrostryrax cepidophyllus* (7%) est plus riche en fibres brutes que l'igname et la carotte. Par contre, la teneur en fibres des graines de *Panda oleosa* (3,4%) est légèrement inférieure à celles de *Moringa oleifera* (3,5%) trouvé par RALEZO (2006).

III.3. LES SUBSTANCES TOXIQUES ET INDESIRABLES

III.3.1. les substances toxiques

Tableau 1 : Tests qualitatifs des substances toxiques dans les plantes analysées

Substances toxiques	<i>Afrostryrax cepidophyllus</i>	<i>Panda oleosa</i>
Nitrates	—	—
Nitrites	—	—
Cyanures	++	+++
Oxalates	—	—

Légende : + : Positif sous forme de traces, ++ = positif en quantité moyenne et +++ = positif en quantité abondante.

— : Négatif

Le tableau 1 montre qu'il y a absence de nitrates, d'oxalates et de nitrites dans tous les échantillons analysés mais il y a plutôt présence de cyanures en quantité abondante les graines de *Panda oleosa* et en quantité moyenne dans les écorces de tiges d' *Afrostryrax cepidophyllus*..

III.3.2. Les Groupes phytochimiques

Tableau 2 : Les principaux groupes phytochimiques dans les plantes analysées avant et/ ou après cuisson

Groupes phytochimiques	<i>Afrostryrax cepidophyllus</i> (écorces)	<i>Panda oleosa</i> (fruits)
Stérols et terpènes	-	—
Tanins	+	+
Alcaloïdes	++	++
Flavonoïdes	+	+

Légende : + : Positif sous forme de traces, ++ = positif en quantité moyenne et +++ = positif en quantité abondante et — = négatif.

Il ressort de ce tableau que de tous nos deux échantillons ,nous constatons qu'il y a l'absence de stérols et terpènes chez *Panda oleosa* et chez *Afrostryrax cepidophyllus*, la présence de tanins sous forme de traces , d' alcaloïdes en quantité moyenne et de flavonoïdes sous forme de traces chez les écorces de tiges *Afrostryrax cepidophyllus* avant cuisson et chez les graines de *Panda oleosa* après cuisson.

III.4. SYNTHÈSE DES RESULTATS D'ANALYSES EFFECTUEES

Le tableau 3 à 4 donne la synthèse des résultats des différentes analyses effectuées.

Tableau 3 :Tableau récapitulatif des résultats d'analyses des substances nutritives avant cuisson

Analyses	Espèces analysées	
	Ecorces de tiges <i>Afrostryrax</i> AVC	(graines) <i>Panda oleosa</i> APC
Humidité relative %	9,6923	9,0504
Lipide (g/100g)	2,28	10,9
Protéine brute (g/100g)	0,5	4,74
VITAMINES		
Vitamine A en carotène (mg %)	0,2335	0,51275
Thiamine (mg%) Vit B1	1,42125	1,14
Riboflavine (mg %) Vit B2	0,16	0,3125
Pyridoxine (mg%) Vit B6	0,225	0,565
MINERAUX		
Cendres brutes %	3,5	5
Calcium (g/100gr	0,28	0,4
Magnésium (g/100gr	0,025536	1,04
Fer (g/100gr	1,1725	1,04
Phosphore (g/100gr	0,048	0,027
Fibre brute (%)	5	3,5

Tableau 04 : Tableau récapitulatif des résultats d'analyses des substances toxiques et les groupes phytochimiques dans les espèces étudiées.

Analyses	Espèces analysées	
	écorces <i>Afrostryrax</i>	(graines) <i>Panda oleosa</i>
SUBSTANCES TOXIQUES		
Nitrate	—	—
Nitrite	—	—
Cyanure	++	+++
Oxalate	-	—
GROUPES PHYTOCHIMIQUES		
Alcaloïdes	++	++
Flavonoïdes	+	+
Tanins	+	++
Stérol et terpènes	-	-

Légende : — = test Négatif

++= test positif

CONCLUSION ET SUGGESTIONS

C'était dans le grand souci d'apporter une contribution fiable à la connaissance de quelques plantes alimentaires sauvages consommées dans le district de la Tshopo que nous avons effectué nos analyses des fruits de *Panda oleosa* et les écorces d'*Afrostryrax cepidophyllus* dans leur compositions chimique, toxiques et nutritive afin de les revaloriser.

Après l'analyse, nous avons remarqué potentiellement que nos deux échantillons constituent des compléments alimentaires de valeur en ce qui concerne les protéines brutes, les lipides, le calcium, le magnésium, le fer, les phosphore et les vitamines. Nous trouvons aussi que les fruits de *Panda oleosa* contiennent un taux un peu élevée en protéine brute ceci rend cet aliment meilleur à la consommation.

Ces légumes contiennent, quelques substances toxiques ou indésirables en grande quantité notamment les cyanure en quantité moyenne chez d'*Afrostryrax cepidophyllus* et en quantité abondante chez *Panda oleosa*.

. Nous suggérons aussi que les études ultérieures soient faites sur l'analyse quantitative des substances toxiques révélées dans notre travail pour en préciser les poids qui correspondent aux doses létales pour les consommateurs dans les fruits de *Panda oleosa* et des écorces de tiges d'*Afrostryrax cepidophyllus* qui ont fait partie de nos investigations

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **APFELBAUM,M ;ROMON,M ET DUBUS, M, 2004** : Diététique et nutrition, Masson, 6^e édition, Paris, p.533.
- **BAA.M.O ,2013** : Contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle de deux plantes alimentaires sauvage consommées dans le district de la Tshopo et ses environs : cas de *La genariabreviflora* et *Zanthoxylumgilletii*, Monographie Fac Sc. UNIKIS.
- **BALANGA.M.1990** : Contribution à l'analyse chimique comparative de cinq légumes feuilles sauvages, *Crassocephalumbumbense*, *Erythroccaoleracea*, *Hibissousrostellatus*, Seuel et perre. *Varrostelatushilleria*, *Lotofolia(Lam) walter* et *umbelatum-L*.
- **BALEKAGE B.J.P, 2007** Contribution à l'étude nutritionnelle et chimique de cinq plantes consommées à Kisangani et ailleurs pour leur revalorisation : *Pteridiumaquilinum*, *scorophrynimacrostachym*, *Xanthosoma sagitifolia*, *phaseolisvulgaris* et *cuccubitapeppo*. TFC, FS, Unikis.
- **BATAL. F ET RENONS R., 2007**, "Wild Edible Plants: Promoting Dietary Diversity in Poor Communities of Lebanon". Final Technical Report
- Communities of Lebanon". Final Technical Report
- **BOLA, M. L et F. SZAFRNSKI.** *Plante spontanée à feuilles légumes et ses environs* (Zaire) Belgicains journal of botany, 124 (2), 1991.
- **BONDJAMBE.M .2013** : Contribution à la détermination de la valeur nutritive des feuilles et de graines de *Moringaoleifera* .Mémoire Fac Sc. UNIKIS, 59P.
- **BOTCHAKA LIFOKA, 2009** Contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle de trois plantes alimentaires sauvages consommées à Kisangani et ses environs, travail de fin cycle, Unikis 2009.
- **CAMPBELL.N .A.RECCE, J.B, 2004** : Biologie 2^{em} éd de BOEK.UNIVERSITE, PP925-928.
- **CHAOLOT G.,** *Les méthodes de chimie analytique, analyse quantitative* Ed.Masson, Paris, 1996.
- **CHEVALIER, L.2003.** Nutrition principes et conseils Masson, Paris, P255.
- **DEGROTE V. A.** *Table de composition alimentaire pour la RDC* Concordia Kinshasa, 1972
- **DILUBENZI. M .J 2012:** Contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle de trois plantes alimentaires sauvages « *Huagaboni*, *Pentadiplandra brazzeana* et *Talinumtriangilare* » consommées à Kisangani et ses environs 63p.

- **DILUBENZI.M** .2012 : Contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle de trois plantes alimentaires sauvages « *Huagaboni*, *Pentadiplandrabrazeana* et *Talinumtriangulare* » consommées à Kisangani et ses environs.
- **ETOBO .K.1990**: Contribution à l'analyse chimique comparative de trois légumes feuilles consommées à KISANGANI, Monographie inédit, Faculté des Sciences, UNIKIS, 40P.
- **ETOBO.K.2010** : Etude de l'activité antibactérienne des extraits de quelques plantes médicinales sur les souches bactériennes résistantes aux antibiotiques courantes à Kisangani (RDC) 131p
- **FABERT.D.1964** ; la prodigieuse famille des vitamines nouveaux horizons.
- **FAO/OMS**, Etudes sur la nutrition n° 28, 1975
- **FEIGL.FVetal**1966: sport tests in organic analyses 7théd.new York, Elsevier publishing; company .267 -458P.
- **GODON** 1985, Protéines végétales techniques et documentation, Lavoisier, Paris 692P.
- **GROEGART J.**, Recueil *des modes opératoire en usages au labo d'analyse* de L'INEAC (INERA /YANGAMBI) ,1958
- **HAROLD ET ARMAND**, *Précis de biochimie*, Laval, 1969
- **IDI RASHIDI**, 2006 « contribution à l'étude chimique et nutritionnelle de trois plantes : *Amaranthusviridis*, *piper guineensis* et *cola acuminatanarite* rouge, travail de fin de cycle Fac des sciences UNKIS, P43
- **ITEKIU, Y**; 2007 : Contribution à l'étude chimique et nutritionnelles de trois plantes sauvages : *Afromomum*. ...47P.
- **KAYISU**.2005-Cours de nutrition et diétiques. Faculté des Sciences .UNIKIS.
- **KOYOLONGO NIMIKAOLO**, 2012 Contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle de 2 plantes alimentaires sauvages consommées à Kisangani et ses environs. Cas de *Hibiscus rostellatus* et *Hibiscus surrantensis*
- **KISOHOLO M**. 2007, Contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle de trois plantes alimentaires sauvages consommées après cuisson de trois légumes consommées (*Amaranthusviridis*, *conetumaffricanum* et *piper guineensis*) pour leur revalorisation, T.F.C, FS, UNIKIS
- **LEJOLY, J., NDJELE, M.B. ET GEERINCK, D.** 2010. Catalogue-Flore des plantes vasculaires des districts de Kisangani et de la Tshopo (RD Congo), 343 p

- **LIFOKO B.F.**2011 : Contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle de trois plantes alimentaires sauvages (*Monotesexpansa*, *Sherbouniabignoniflora* et *Morindamorindoides*) consommées à Kisangani et ses environnements Mémoire Fac des Sc. UNIKIS.
- **LOMBA B.L et NDJELE M.B**, 1998 : Utilisation de la méthode de transect en vie de l'étude de Phytodiversité dans la réserve de YOKO, Ann. Fac Sc. UNIKIS vol 11:35-46.
- **MABIKA.K.**1983:Plantes médicinales et médecine traditionnelle au Kassai occidental Thèse inedit Fac des Sciences /UNIKIS. 510P.
- **MACLEOD Z.**, 2012, "The roles and values of wild foods in agricultural systems". Phil. Trans. R. Soc. B (2012) 365, 2913–2926p
- **MALESSE**, 1997: se nourrir en forêt claire Africaine approche écologique et nutritionnelle presse agronomique de GEMBLOUX.FCCTA.384P.
- **MASTAKI. K.M:**2012 Plantes aphrodisiaques utilisées par les KUMU de YOKO (UBUNDU, P.O, RD Congo) TFC, F MABIKA.K.1983:Plantes médicinales et médecine traditionnelle au Kassai occidental Thèse inedit Fac des Sciences /UNIKIS. 510P ac Sc. UNIKIS.
- **MEA. M.E.**2013 Contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle de deux plantes alimentaires sauvages consommées dans le district de la Tshopo (*Piper guineensis* et *Crassocephalumbumbense*, 53p.
- **MICHELELLE, MURRAY, GRANNER** ,1982 Précis Biochimie de HARPER de BOECK LARCIER, Parus –Bruxelles.
- **MUMBERE M.**, 2005 : Contribution à l'analyse chimique et comparative de deux plantes alimentaires sauvages consommées à Kisangani et ses environs, FS 41p
- **MVUNZU**, 1981, contribution à l'étude de la composition chimique et de l'extraction des protéines des feuilles de Listings (*Phytolacca dodecanadra* l'hérite) récolté à Yangambi, in ann.DE L'IFA YANGAMBI, 1,84-100.
- **NGABU DHEDA**, 2005, contribution à l'étude chimique et nutritionnelle de trois légumes sauvages *scorodophlogueZenkeri*, *Physalis angulatamasassp*. Consommées à Kisangani et ses environs. Travail de fin de cycle, Unikis 2005.
- **NSIMBA.L.**2014:Cours de Biochimie Fac Sc. UNIKIS, P372.
- **NZELEMADE.I.M.**2013:Contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle de trois plantes alimentaires sauvages consommées à Kisangani et ses environs, Mémoire, Fac Sc. UNIKIS.P63.

- **ONAUTSHU O.** 1996. Analyse chimique comparative de deux légumes feuilles (*Boerhaaviadiffusal* et *Talinumtriangulare*, après cuisson, monographie faculté des sciences, 36p.
- **ONYAMBOKO, N.VI., TCHATCHAMBE, W.B.** 1988 : CONTRIBUTION A L'ANALYSE CHIMIQUE comparative de deux légumes feuilles *talinumtriangulare* et *cyphostemmaadenocoule* *annales* faculté des sciences vol5
- **ONYAMBOKO, N.VI., TCHATCHAMBE, W.B. et BALANGA,** 1993, Contribution à l'étude de la composition chimique de quelques légumes Feuilles, récoltés à Kisangani (Zaire). Ann. Fac. Sc. n° 8 UNIKIS
- **PAMPLONA.**2000.Guide des plantes médicinales et guide de la nutrition – pouvoir lucratif des aliments, publié en France (Parus).
- **PEARSON,** 1981, chemical analysis of foods, Livingston .P20-23.
- **POULTON.J.L.**1990: Cyanogenesis in plants. Plants physiol.N°94, PP401-405.
- **RANST, V, E; VERLOO, M DEMEYER, And PAUWELS, J.M** 1999: Manual for soil chemistry and Fertility, Laboratory: Analytical Method for soils and plants Equipment and Management of Consumables. University of Gent, Belgium, ISBN.P243.
- **SOLOMO E,** 2007 Valeurs nutritionnelles et toxicologiques des quelques plantes alimentaires sauvages, dissertation inédite DEA, FS. UNIKIS, 97p
- **SOLOMO.E, TCHATCHAMBE.J.W.B, KATEMWA.K, TERMOTE.C, et DHEDA.D:** Valeurs nutritives et toxiques des quelques plantes alimentaires sauvages consommées à KISANGANI et ses environs. Ann.Fac.Sc UNIKIS Vol14.p43-56 (2011)
- **SOLOMO.E.2007,** Valeurs nutritionnelle et toxicologiques des quelques plantes alimentaires sauvages, dissertation inédit DE A.FS.UNIKIS, 97P.
- **TANDU.N.F.B.2001:**Nutrition de la théorie à la pratique, presse de l'Université de KINSHASA .PP14-15,265.
- **TCHATCHAMBE :** 1995 notes de cours de Biochimie chimique Cours inédit FAC de Médecine.
- **TCHATCHAMBE.N B.2009,** Contribution à l'étude chimique et nutritionnelle de quatre légumes alimentaires sauvages consommées à KISANGANI et ses environs.63P.
- **UTSHUDI. B.,** 2008, Contribution à l'étude chimique et nutritionnelle de cinq légumes feuilles et fruits consommés dans la ville de Kisangani et ses environs : mémoire inédit FS, Unikis, 57p.

- **UTSHUDI: 2006.**Contribution à l'étude chimique et nutritionnelle des trois plantes sauvages: *Colaacuminata*, (variété jaune), *Hillerialatifolia* et *Myrianthusarboreus*, Monographie inedit, Faculté des Sciences, UNIKIS, 48P.
- **WEAST ET ROBERT, 1970:** Hand book of chemistry and physics-50th éd chemical Rubber company gram woldparc way. Chever land, Ohio; 1150 P.
- **Willy NGABU DHED'A, 2006** Contribution à l'étude chimique et nutritionnelle de quatre légumes alimentaires sauvages : *Solanum americanum*, *Thaumatococcus danielli*, *laportea aestuans* et *vernonia amydalina*, consommées à Kisangani et ses environs.

TABLE DES MATIERES

DEDICACE	
REMERCIEMENTS	
RESUME	
INTRODUCTION.....	1
0.1. PROBLEMATIQUE	8
0.2. BUT ET INTERET DU TRAVAIL	9
0.2.1 HYPOTHESES	9
0.2.2. <i>But de travail</i>	9
0.2.3. Intérêt du travail	9
0.3. DIVISION DU TRAVAIL.....	9
0.4. TRAVAUX ANTERIEURS	9
CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES PLANTES ALIMENTAIRES SAUVAGES	11
1.1. Plantes alimentaires sauvages (PAS)	11
1.2. Bref aperçu sur les éléments nutritifs, les groupes phytochimiques et quelques substances toxiques.	11
1.2.1. <i>Les protéines</i>	11
1.2.2. Les lipides	11
1.2.3. Les vitamines.....	12
1.1.4. Les éléments minéraux.....	12
1.1.4.1. Le calcium	13
1.1.4.2. Le phosphore	13
1.1.4.3 Le magnésium	13
1.1.4.4 Le fer	13
1.1.5. Les glucides.....	14
1.1.6. Les fibres végétales	14
1.1.7. Les substances toxiques et leurs effets	15
CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES	16
2.1. Etat géographique du milieu d'étude.....	16
3.2. MATERIEL.....	16
2.4. METHODES D'ANALYSES	17
2.4.1. <i>Analyses quantitatives</i>	17
2.4.1.1. Détermination de l'humidité	17
2.4.1.2. Détermination de cendres brutes (GROEGAERT, 1958)	18

2.4.1.3. Dosage de protéines brutes.....	19
1.1. Minéralisation.....	19
1.2. Alcalinisation ou Distillation	19
1.3. Titrage	19
2.3.1.3. Dosage de lipides (PEARSON, 1981).....	21
2.4.1.4. Détermination de l'équivalent acide citrique (MVUNZU, 1981).....	23
2.4.1.5. Dosage de Vitamines.....	24
2.4.1.5.1. Acide ascorbique ou vitamine C (FABERT, 1964)	24
2.4.1.5.2. Vitamine A et Carotène.....	25
2.4.1.5.3. Thiamine ou vitamine B1 (WELCHER, 1963).....	26
2.4.1.5.4. Riboflavine ou Vitamine B2 (WELCHER, 1963)	27
2.4.1.6. Pyridoxine ou vitamine B6 (WELCHER, 1963).....	28
2.4.1.6. Détermination de fibres brutes (FOUASSIN & NOIRFALISE, 1981)	29
2.4.1.6. Détermination des éléments minéraux	30
1. Dosage du calcium (CHARLOT, 1966).....	31
2 Dosage de magnésium (CHARLOT, 1966).....	32
3. Dosage du fer (DESSART <i>et al</i> , 1973)	33
4. Dosage du phosphore (CHARLOT, 1966)	34
2.2.1.9. Dosage de sucres totaux (DUBOIS <i>et al</i> ,1956).....	35
2.2.2. ANALYSES QUALITATIVES	36
2.2.2.1. Test qualitatif d'oxalate (FIELGL et al, 1966)	36
2.2.2.2. Test de cyanure (DESSART <i>et al</i> , 1974).....	37
2.2.2.3. Test qualitatif pour les nitrates (FRETS et VINZENZ, 1966)	37
2.2.2.4. Test qualitatif pour le nitrite (DESSART et JODOGNE, 1973).....	38
2.2.3. ANALYSES QUALITATIVES DES GROUPES PHYTOCHIMIQUES.....	38
2.2.3.1. Détection des alcaloïdes (MABIKA, 1983)	38
2.2.3.2. Détection de flavonoïdes (WEAST et ROBERT, 1970).....	39
2.2.3.3. Détection de tanins (WEAST et ROBERT, 1970).....	39
2.2.3.4. Détection de stérols et terpènes (WEAST et ROBERT, 1970).....	39
CHAPITRE TROISIEME : RESULTATS ET DISCUSSION.....	41
III.1. ANALYSES QUANTITATIVES:.....	41
III.1.1.HUMIDITE	41
III.2. TENEUR EN CENDRES BRUTES	42

II.3. LIPIDES	42
III.4. TENEUR EN PROTEINES BRUTES	43
III.1.4. les vitamines A	44
III.1.5. Teneur en vitamine B1	45
III.1.6. Teneur en vitamine B2 ou Riboflavine.	45
III.1.7. Teneur en vitamine B6 ou Pyridoxine.....	46
III.2. LES MINERAUX	47
III.2.1. Teneur en calcium	47
III.2.2. Teneur en fer	48
III. 2.3. Teneur en phosphore	49
III.2.3. Teneur en magnésium	50
III .2 .4. Taux de fibres brutes	50
III.3. LES SUBSTANCES TOXIQUES ET INDESIRABLES	51
III.3.1. les substances toxiques.....	51
III.3.2. Les Groupesphytochimiques	52
III.4. SYNTHÈSE DES RESULTATS D'ANALYSES EFFECTUEES.....	52
CONCLUSION ET SUGGESTIONS	55
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	56
TABLE DES MATIERES.....	53