

UNIVERSITE DE KISANGANI



FACULTE DES SCIENCES

**CONTRIBUTION A L'ANALYSE CHIMIQUE ET NUTRITIONNELLE DE
DEUX PLANTES ALIMENTAIRES SAUVAGES CONSOMMEES DANS LE
DISTRICT DE LA TSHOPO**

(Piper guineensis et Crassocephalum bumbense)

Par

Elie MUNGANGA MEA

TRAVAIL DE FIN DE CYCLE

présenté en vue de l'obtention
du grade de Gradué en Sciences

Option : Biologie

Orientation : Sciences Biotechnologiques

Directeur : Prof TCHATCHAMBE

WA BANDO L'AN

Encadreur : CT SOLOMO ELUMBU

Année Académique 2012-2013

Deuxième session

DEDICACE.

A nos parents Justin MUNGANGA et Marceline BOKONGOLE.

A notre fiancée Clarisse MUNGANGA et mon bébé Joachim MUNGANGA Baonga ;

A Tous nos frères et sœurs pour leur amour, ambiance familiale et encouragement ;

A nos tantes et oncles, cousins et cousines, neveux et nièces ;

A notre grand-mère : Inus BAONGA

A Monsieur Franck MOLIMOZA

Au couple Prof. Dr. Mathieu BOKOTA

AVANT PROPOS.

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 WA BANDOL'AN qui a accepté la direction de ce travail malgré ses multiples occupations.

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

Que les autorités de l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi (IFA) qui nous ont bien accepté dans leur laboratoire pour les analyses des protéines, trouvent ici l'expression de notre gratitude.

Nous serons ingrats d'oublier les Professeurs, les Chef de Travaux et Assistants de la faculté des sciences pour leur contribution 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 : KASIKETI Sakaleba, MUZA Baa, KAMA Kasongo, SANDJA Tangulia et SHADO Ramazani .

Elie MUNGANGA Mea

RESUME

Une étude sur la valeur nutritive et toxique de deux légumes sauvages (*Crassocephalum bumbense* et *Piper guineensis*) a été effectuée avant cuisson.

Il ressort de cette étude que les légumes sauvages constituent de complément alimentaire de valeur en ce qui concerne les protéines brutes, les lipides, les sucres, le calcium, le magnésium, le fer, le phosphore et les vitamines(A,B1,B2,B6 et C). Les feuilles de *Crassocephalum bumbense* sont particulièrement riches en humidité relative 88,6% 9,53% g/100gr de Protéines brutes, 7,33 g /100gr des matières grasses brutes, 16,5% des cendres brutes, 1,492mg% de vitamine A, 0,375 mg/100gr de riboflavine, 27,6d'acide ascorbique, 2,01 mg % de thiamines et 0,335 mg/100gr de fer,

Les feuilles de *Piper guineensis* sont particulièrement riches en 0,064 éq ac % d'acide citrique, 0,30 mg% de Pyridoxine, 62,5mg/100gr de sucre, 0,72mg/100gr de calcium, 0,277mg/100g de Magnésium, 0,335mg/100gr de fer, 0,054 mg/100gr de phosphore.

Cependant ces légumes contiennent parfois aussi quelques substances toxiques ou indésirables et quelques groupes phytochimiques, notamment les cyanures, oxalates, alcaloïdes, saponines, stérols et terpènes.

L'ensemble de ces résultats justifie l'utilisation de ces plantes dans l'alimentation de la population du District de la Tshopo.

SUMMARY

A study on the nutritional value and toxicity of two wild vegetables (*Crassocephalum bumbense* and *Piper guineensis*) was performed before cooking.

It appears from this study that wild vegetables are dietary supplement value in terms of crude protein, fat, sugar, calcium, magnesium, iron, phosphorus and vitamins (A, B1, B2, B6 and C). Leaves *Crassocephalum bumbense* are particularly rich in relative humidity 88% 6 9.53% g/100gr of Protein, 7, 33 g / 100g of crude fat, 16.5% crude ash, 1,492 mg% vitamin A 0.375 mg/100gr riboflavin, ascorbic acid 27.6, 2.01 mg of thiamine and 0.335% mg/100gr iron

The leaves of *Piper guineensis* are particularly rich in 0.064 eq ac% citric acid, 0.30 mg Pyridoxine%, 62.5 mg/100gr sugar, 0.72 mg/100gr Calcium Magnesium 0.277 mg/100g, 0.335 mg/100gr iron mg/100gr 0.054 phosphorus.

However sometimes these vegetables also contain some toxic or undesirable substances and some phytochemical groups including cyanides, oxalates, alkaloids, saponins, sterols and terpenes.

All these results justify the use of these plants in the diet of the population of the District of Tshopo.

TABLE DES MATIERES

DEDICACE

AVANT PROPOS

RESUME

SUMMARY

<u>0. INTRODUCTION</u>	1
<u>0.1. PRESENTATION DU SUJET</u>	8
<u>02. HYPOTHESES</u>	10
<u>03. BUT ET INTERET DU TRAVAIL</u>	10
<u>0.4Travaux antérieurs</u>	10
<u>05. DIVISION DU TRAVAIL</u>	11
<u>Chapitre I. GENERALITES</u>	11
<u>I.1.LES PLANTES SAUVAGES COMME RESSOURCES</u>	11
<u>I.1.1. Les plantes alimentaires sauvages (PAS)</u>	11
<u>I.2. BREF APERÇU DE QUELQUES SUBSTANCES NUTRITIVES ET</u> <u>INDESIRABLES CHEZ LES PLANTES ALIMENTAIRES SAUVAGES</u>	12
<u>I.3. LES MINERAUX</u>	14
<u>I.4. LES SUBSTANCES TOXIQUES ET INDESIRABLES</u>	16
<u>Chapitre II. MATERIEL ET METHODES</u>	17
<u>2.1. MATERIEL VEGETAL</u>	17
<u>II.2. Milieu d'Etude</u>	17
<u>II.3. Description des plantes analysées</u>	17
<u>II.3.1. Piper guineensis (Ketsu) K.SCHUME et THONN</u>	17
<u>II.3.2. Crassocephalum bumbense (S. MOORE) MILNE-REDH</u>	18

<u>II.4 méthodes d'analyse</u>	20
<u>II.4.1.5. Dosage de l'acide ascorbique (Vitamine C)</u>	24
<u>II.4.1.8. Dosage du calcium (CHARLOT, 1960)</u>	27
<u>II.4.1.9. Dosage de magnésium (CHARLOT, 1966)</u>	28
<u>II.4.1.10. Dosage de fer (DESSART, JODOGNE et Paul 1973)</u>	29
<u>II.4.2. Analyse qualitative</u>	30
<u>II.4.2.1. Test qualitative d'oxalate (FEIGEL et al , 1966)</u>	30
<u>II.4.2.2. Test de Cyanures (DESSART et JODOGNE, 1973)</u>	30
<u>II.4.2.3. Test qualitatif pour les nitrates (FRETS & VIN ZENZ, 1966)</u>	31
<u>II.4.2.4. Test qualitatif pour le nitrite (DESSART et JODOGNE, 1973)</u>	31
<u>II.4.3. Analyse qualitative des groupes phytochimiques</u>	33
<u>II.4.3.1. Détection des alcaloïdes (MABIKA, 1983)</u>	33
<u>II.4.3.2. Détection de Flavonoïdes (WEAST & ROBERT, 1970)</u>	33
<u>II.4.3.3. Détection des tanins (WEAST & ROBERT, 1970)</u>	34
<u>II.4.3.4. Détection de stérols et terpènes (WEART & ROBERT, 1970)</u>	34
<u>II.4.3.5. Vitamine A ou carotènes</u>	34
<u>II.4.3.6. Thiamine ou vitamine B1</u>	35
<u>II.4.3.2. Riboflavine ou vitamine B2</u>	37
<u>II.4.3.8. Pyridoxine ou Vitamine B6</u>	38
<u>II.4.4. Détermination du Sucre total</u>	39
<u>Chapitre troisième RESULTATS ET DISCUSSION</u>	40
<u>III.1. Substances nutritives analysées avant cuisson</u>	40
<u>III.1.1. Humidité</u>	40
<u>III.1.2. Teneur en cendres brutes</u>	41
<u>II.1.3. Lipides</u>	43
<u>III.1.4. Teneur en protéines brutes</u>	44
<u>III.1.4. La vitamines A</u>	45

III.1.5. Teneur en vitamine B1 ou Thiamine	46
III.1.6. Teneur en vitamine B2 ou Riboflavine	47
III.1.7. Teneur en vitamine B6 ou Pyridoxine	48
III.1.8. Teneur en vitamine C (Acide ascorbique)	49
III.2. Les MINERAUX	50
III.2.1. Teneur en calcium	50
III.2.2. Teneur en fer	51
III.2.3. Teneur en Magnésium	52
III.2.4. Teneur en phosphore	53
III.2.5. Teneur en sucres	54
III.3. LES SUBSTANCES TOXIQUES OU INDESIRABLES ET LES GROUPES	55
III.3.1. les substances toxiques	55
III.3.2. Les groupe phytochimiques	55
III.4. Synthèse des résultats d'analyses effectuées	56
CONCLUSION ET SUGGESTION	58
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	59

0. INTRODUCTION

0.1. PRESENTATION DU SUJET

Toutes les sociétés qui nous ont précédées, étaient caractérisées par l'absence d'un choix alimentaire réel. Les produits alimentaires n'étaient disponibles qu'en quantité limitée. Cependant, aucun pays ne peut atteindre une stabilité économique, sociale et politique si sa population vit dans un état de malnutrition et de famine. En effet, la République démocratique du Congo est un vaste pays de l'Afrique Centrale qui couvre une superficie de 2.344.000 Km², avec toutes sortes des climats, reliefs et couvre 47% du foret équatorial

africain. Jusqu'à nos jours, l'Afrique et surtout la R.D.C. Connaît encore des problèmes liés à la famine (NGABU, 2005)

La pénurie en protéines au niveau de la nutrition est une menace réelle pour la population du District de la Tshopo.

La République Démocratique du Congo compte 128 millions d'hectares de forêt soit 47% des forêts d'Afrique. Le gouvernement est conscient de potentialités du secteur forestier et du rôle qu'il peut jouer dans la relance de l'économie et la lutte contre la pauvreté. Un nouveau code forestier, mieux adopté au contexte actuel de gestion durable des ressources à été promulgué en date du 29 Août 2002. Mais pour les moments le secteur forestier est caractérisé par une exploitation irrationnelle de la biodiversité, la non application du code forestier et la loi sur la conservation de la Nature et l'exclusion des communautés locales dans la gestion et le partage des ressources générées par la forêt (RDC, 2006).

Or, selon les nutritionnistes, la malnutrition est un problème pouvant se résumer en ce qui suit :

- ✓ La carence des protéines de bonne qualité ;
- ✓ L'ignorance en ce qui concerne l'équilibre alimentaire
- ✓ Le non utilisation des ressources alimentaires locales des espèces végétales les plus disponibles.

L'utilisation durable des ressources végétales est perçue comme une approche indispensable afin de préserver les forêts tropicales tout en sauvegardant la survie des populations qui y vivent et dépendent des ces forêts pour leur survie.

Vu les conditions socio-économiques de la vie actuelle, il s'avère important que l'homme sache la composition des nutriments dans les aliments, et surtout dans les plantes alimentaires sauvages environnantes, pour lever ainsi son ignorance et établir un régime alimentaire bien équilibré par la combinaison des différentes aliments. Sur ce, l'homme doit orienter ses recherches dans la valorisation des espèces végétales les plus disponibles à la population et l'exploitation facile, c'est l'une de préoccupation majeure de plusieurs organismes internationaux, tels que l'Organisation Mondiale de la Santé, le Programme Alimentaire Mondial, le Fond des Nations Unies pour l'Alimentation.

Au regard à cette situation, dorénavant le progrès technique quelque soit son importance économique et les modifications qu'il continue à apporter à notre alimentation quotidienne, ne sera plus un fait déterminant, les facteurs actuellement essentiels sont, non pas une augmentation supplémentaire de l'abondance des aliments ni l'opposition des aliments nouveaux, mais bien l'adaptation de notre comportement alimentaire.

Face à ce problème de malnutrition et de sous alimentation, il est souhaitable que les plantes alimentaires sauvages puissent être introduites dans l'alimentation humaine. C'est dans cet ordre d'idée que la Faculté des Sciences travaille depuis une dizaine d'années sur les plantes alimentaires sauvages (PAS).

C'est dans le grand souci d'apporter une contribution à la connaissance des quelques substances nutritives et indésirables trouvées dans les feuilles des plantes alimentaires sauvages que nous avons fait des analyses chimiques qualitative et quantitative.

Au regard des éléments invoqués précédemment, on se pose quelques questions ci-après :

- ✓ Les plantes alimentaires sauvages consommées peuvent-elles être riches en minéraux, Vitamine, protéine, et lipides ?
- ✓ Ces plantes contiennent-elles des substances toxiques ou nocives à la santé ?

0.2. HYPOTHESES.

Comme la population utilise ces plantes comme aliments, nous supposons que :

- les feuilles de *Crassocephalum bumbense* et les feuilles de *Piper guineensis*, qui sont les parties consommables, contiendraient des nutriments tels que les lipides, protéines, les vitamines, minéraux, etc. à des quantités différentes.
- les parties utiles de ces plantes susmentionnés seraient généralement associées à des substances indésirables ou toxiques. Nous devons donc également les identifier.

0.3. OBJECTIF

0.3.1. Objectif général

Ce travail a pour objectif général la détermination des substances chimiques contenues dans les feuilles de *Crassocephalum bumbense* et celles de *Piper guinensis*.

0.3.2. Objectif spécifique

- Déterminer les substances nutritives dans les parties consommables (feuilles) de *Crassocephalum bumbense* et celles de *Piper guinensis* avant cuisson.
- Déterminer les substances anti nutritionnelles ou toxiques dans les feuilles de *Crassocephalum bumbense* et celles de *Piper guinensis* avant cuisson.

0.4. Travaux antérieurs

Ce thème de recherche intitulé contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle de plantes alimentaires sauvages (PAS) a été amorcé, il y a plus de deux décennies sur tout le territoire congolais, le District de la Tshopo et de la région de Kisangani en particulier. C'est pourquoi le présent travail se situe au carrefour de plusieurs travaux que nous pouvons citer quelques-uns :

05. DIVISION DU TRAVAIL

Hormis l'introduction, le présent travail est subdivisé en trois chapitres, le premier chapitre traite les généralités, le deuxième présente les matériel et méthodes tandis que le troisième est consacré aux résultats et discussion. Celui –ci est suivi de la conclusion et des suggestions.

Chapitre premier : GENERALITES

I.1.LES PLANTES SAUVAGES COMME RESSOURCES

Depuis des millénaires, plus de 250 millions des populations indigènes ont vécu en relation avec leur environnement, en exploitant de manière traditionnelle, les ressources naturelles, en particulier les plantes, comme abri, outils, combustibles, vêtements, médicaments et nourritures. Il est considéré que, encore de nos jours, plus de 250 millions de personnes dans le monde continuent à vivre sur ce mode de vie traditionnelle basée sur la chasse et la cueillette à travers le monde et en Afrique, bien que de nombreuses espèces végétales aient été déjà domestiquées par l'homme. Les recherches ethnobotaniques tentent aujourd'hui d'étudier les connaissances traditionnelles de ces plantes afin de les valoriser (COTTON, 1996).

I.1.1. Les plantes alimentaires sauvages (PAS).

Par définition, les plantes alimentaires sauvages sont des plantes qui poussent dans la nature sans que l'homme les cultive. Comme la famine affecte une bonne partie du monde ces dernières années, en général l'Afrique et en particulier la RDC, les ressources végétales sauvages utilisées par les peuples autochtones ont connu un regain d'intérêt. Il à été constaté qu'en recherchant ces plantes, 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. Dans beaucoup des

sociétés, un bon nombre de plantes alimentaires sont considérées comme des aliments de secours ou de famine (COTTON, 1996)

Les Plantes alimentaires sauvages sont souvent transformées avant leur consommation. Cette transformation implique plusieurs techniques qui sont le trempage, l'ébullition, le grillage et autres. Cette transformation entraîne un changement important dans la composition chimique, dans le sens de la baisse de la valeur nutritive, par contre dans certains cas, elle augmente la digestibilité et diminue la toxicité s'il en existe. Par ailleurs, certains procédés vont permettre une meilleure conservation des ces aliments sauvages. (COTTON, 1996).

I.2. BREF APERÇU DE QUELQUES SUBSTANCES NUTRITIVES ET INDESIRABLES CHEZ LES PLANTES ALIMENTAIRES SAUVAGES

I.2.1. Protéines.

Les protéines sont des macros molécules 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 composé 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)

I.2. 2. Les Lipides

Les lipides simples, selon leur définition biochimique, sont des composés formés de C, d'H et O et sont insolubles dans l'eau. Ils sont également classés parmi les substances naturelles. Ils peuvent être classifiés en lipides simples insaponifiables comprenant

les terpènes et en lipides complexe ou saponifiables comprenant les glycérides, les cires, les sphingolipides et les phosphatides.

Dans l'alimentation, les lipides constituent une source d'acides gras essentiels (acide linoléique, acide arachidonique) et des vitamines liposolubles (HAROLD et ARMAND, 1969)

I.2.3. Les Vitamines

Les vitamines sont des composés organiques indispensables, en petite quantité pour le bon fonctionnement de l'organisme. Elles sont aussi appelées biocatalyseurs car elles activent les enzymes pour assurer le bon fonctionnement de l'organisme et de la croissance chez les enfants. Elles interviennent aussi à la synthèse des hormones et du matériel génétique. On dénombre treize vitamines indispensables, classées en deux groupes.

Il existe des vitamines liposolubles (A, D, E & K) sont généralement absorbés avec des aliments et peuvent être stockées dans les graisses de l'organisme. Il est donc conseillé de ne pas le consommer quotidiennement. Les vitamines hydrosolubles (les huit vitamines B et vitamine C) ne peuvent pas être stockées dans l'organisme il faut donc les consommer régulièrement (« vitamines » Microsoft Encarta 2008). Toutes les vitamines ne sont pas synthétisées par l'organisme ; elles proviennent des aliments celle la vitamine D peuvent être synthétisé par l'organisme. Certaines personnes sont appelées à avoir besoin d'un apport vitaminique supplémentaire, comme par exemple les femmes enceintes ou allaitantes, des personnes qui suivent les régimes.

a. Vitamine. A

La vitamine A intervient dans la synthèse et le métabolisme de la peau, des muqueuses, des os, de dents, dans la vision et la reproduction.

- En cas de carence, il y a une mauvaise vision, la sécheresse de la peau, de la sécrétion muqueuse réduite et le dysfonctionnement des glandes lacrymales.
- Source de la vitamine A : elle peut être synthétisées à partir du carotène, présent dans les légumes tels que : les épinards, le chou vert, les patates douces, et l'huile végétale. Elle est également trouvée dans le dérivés des produits animaux herbivores tel que : le lait, de fromage, le jaune de l'œuf, le foie et l'huile de foie de poissons.
- Un apport excessif de la vitamine A est toxique et se manifeste par un retard de croissance chez l'enfant, de malformation de globules rouges, des maux de tête, et de nausées. (Microsoft Etudes Encarta, 2007)

b. vitamine. B

Ces vitamines sont connues sous le nom de complexe vitaminique, elles sont hydrosolubles. Certaines d'entre elles sont importantes pour le métabolisme des glucides (Microsoft Etudes Encarta, 2007)

- **vitamine B1**

Connue aussi sous le nom de thiamine, c'est une substance incolore qui agit comme catalyseur du métabolisme des glucides, en permettant l'acide pyruvique d'être métabolisé et aux glucides de libérer l'énergie.

La carence à cette vitamine est responsable du béribéri qui se caractérise par une faiblesse musculaire, une hypertrophie cardiaque et les crampes. Source de la thiamine est le porc, le foie, le cœur, les reins, la levure de bière, les viandes blanches, les œufs et les légumineuses.

- **Vit B2.**

Appelé autrement riboflavine ; intervient dans le métabolisme du glucose, des lipides, des protéines et sur la chaîne respiratoire

Carence à la riboflavine est associée à une déficience des autres vitamines.

Le foie, le lait, la viande, certains légumes verts, les céréales, le pain, les champignons sont les principales sources de riboflavine (Microsoft Etudes Encarta, 2007)

- **Vitamine B6**

Aussi appelée pyridoxine est indispensable à l'absorption et au métabolisme des acides aminés. Elle joue également un rôle important dans l'utilisation des graisses et la formation des globules rouges.

La carence à cette vitamine se manifeste par des nausées, une anémie, une langue sans papilles et des vertiges (« vitamines » Microsoft étude Encarta 2008).

Les avocats, le pain, les épinards, les haricots et les bananes constituent les principales sources de pyridoxine.

c. Vitamine C.

L'acide ascorbique ou vitamine C joue un rôle important dans le maintien du matériel intercellulaire du cartilage et Os ; Elle intervient dans la formation de l'hémoglobine, dans l'absorption du fer et dans le métabolisme de la folacine elle offre à l'organisme une résistance contre l'infection (HARD et al., 1969)

I.3. LES MINÉRAUX.

Les sels minéraux qui entrent dans la constitution des tissus des animaux ou des végétaux, sont soit en solution dans le milieu cellulaire ou dans les liquides circulants.

Soit à l'état solide ou en combinaison avec les composés organiques. Un chargement s'établit souvent entre ces différentes catégories. Parmi les minéraux dont l'organisme humaine a le plus besoin, on peut distinguer les macroéléments (Ca, Mg, P) et les oligoéléments (Fe, I, Se,...) ils sont toxiques à des fortes doses (HARPER, 1969)

1.3.1. Le Calcium

C'est le minéral le plus abondant de l'organisme humain. Ses sels forment la substance qui confère la dureté au squelette et aux dents. Le corps d'un adulte contient 1kg de calcium dont la grande partie est dans le sang. Le calcium intervient dans la transmission de l'impulsion nerveuse (rythme cardiaque), il régule l'équilibre acido-basique du sang. La carence en calcium se manifeste par la tétanie, le rachitisme (une perte de la dureté normale des os chez les enfants), l'ostéoporose et l'ostéomalacie chez les adultes, les douleurs articulaires et les chutes de dents (PAMPLONA, 2000).

1.3.2. Le magnésium.

Le magnésium est un composant essentiel du principal pigment du monde végétal. Il fait partie de la structure des os avec le calcium et phosphore (PAMPLONA, 2000). Le magnésium joue une fonction particulièrement importante dans le système nerveux en régulant la transmission des impulsions tout au long des muscles périphériques nerveux. Il agit comme catalyseur dans les réactions métaboliques de production d'énergie. La carence en magnésium se manifeste par des symptômes très divers notamment la fatigue générale, les crampes musculaires), tremblement des paupières (fibrillation musculaire), troubles neuro végétatifs, menstruation et des palpitations cardiaques (PAMPLONA, 2000).

1.3.3. Le phosphore.

Presque la totalité du phosphore contenue dans l'organisme humain se trouve dans les os et les dents, associée au calcium. La quantité de phosphore absorbée doit aller de pair avec le calcium. Le phosphore se trouve en quantité suffisante dans tous les aliments tant d'origine végétale qu'animale. Son apport ne pose aucun problème. Cependant, le principal problème du phosphore réside dans son excès (surtout dans le régime carné) par rapport au calcium. Cet excès c'est ce qui explique la grande fréquence d'ostéoporose chez les femmes qui consomment beaucoup de viande (PAMPLONA, 2000).

1.3.4. Le fer

L'organisme humain d'un adulte contient 3 à 4 gramme de fer. C'est assurément une très petite quantité, mais elle réalise des fonctions vitales. La plus grande partie de fer se trouve dans le sang et entre dans la composition de l'hémoglobine, qui lui donne sa couleur et permet le transport de l'oxygène des poumons vers toutes les cellules.

Dans l'organisme, le fer n'existe pas comme un élément chimique isolé qui serait alors un poison, mais il est associé aux protéines surtout à celle appelée ferritine (PAMPLONA, 2000).

1.3.5. Les vitamines.

Les vitamines activent les enzymes, ce sont les coenzymes des biocatalyseurs, elles fournissent en petite quantité d'énorme d'énergie pour assurer le bon fonctionnement de l'organisme. Il existe de vitamines hydrosolubles (B et C) et les vitamines liposolubles : (A, D, E et K) (DESSART et al., 1971).

1.4. LES SUBSTANCES TOXIQUES ET INDESIRABLES

En dehors des nutriments, les aliments peuvent contenir des substances naturellement toxiques, indésirables aux anti-nutritionnelles. Parmi ces substances on peut citer, à titre illustratif :

a. Les nitrites.

Les nitrites transforment l'hémoglobine en méthémoglobine qui paralyse les vaisseaux en provoquant la vaso dilatation, ils sont, de ce fait, à l'origine de l'hypotension (TCHATCHAMBE, 1995)

b.les nitrates.

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

c.les oxalates.

Les oxalates entraînent après absorption de l'acidose non gazeuse et crée des lésions génératrices des troubles urinaires (MICTHELLE et al., 1982).

d.les cyanures

Les cyanures inhibent la respiration cellulaire à cause de sa combinaison avec les enzymes respiratoires importantes au niveau de cytochromes. Le mécanisme d'action est le même par inhibition en tant que gaz ou ingérée sous formes 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 (TCHATCHAMBE, 1995).

Chapitre deuxième. MATERIEL ET METHODES.

2.1. MATERIEL VEGETAL

Les feuilles de *Crassocephalum bumbense* (Idjibi) et *Piper guinensis* (Ketsu) ont constitué le matériel végétal pour les analyses effectuées. Tous les échantillons de ces espèces utilisées ont été récoltés dans le village Likenga situé sur la route des éléphants à 21 km de Kisangani. Les figures de ces plantes sont présentées dans les tableaux 1 et 2 ci-dessous.

II.2. Milieu d'Etude

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 caractérisé 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).

Le district de la Tshopo est subdivisé en sept territoires qui sont : Bafwasende, Banalia, Basoko, Isangi, Opala, Ubundu et Yahuma.

Le climat chaud et humide dans le district de Tshopo est classé comme Af dans la typologie de Köppen (Bultot ,1950 in Ntamulyango 1975). La précipitation annuelle est de 1800 mm (PNUD / UNOPS 1998) et est bien répartie sur toute l'année. Une petite période sèche s'étend entre Janvier-Février et Juin-Juillet, et une période plus pluvieuse se situe de Septembre à Novembre et de Mars à Avril (Libendele, 1976). La température moyenne de 23,5 ° C montre très petite variation intra-annuelle (PNUD / UNOPS, 1998).

II.3. Description des plantes analysées

II.3.1. *Piper guineensis* (Ketsu) K.SCHUME ET THONN

Liane atteignant 25 m de hauteur , s'accrochant aux arbres à l'aide des racines crampons. Feuilles alternées, pétiolées, limbe ovale-lancéolé, cordé à la base, longuement acuminé au sommet, 5-7 nervé de la base, atteignant 16 cm de long et 12 cm de large. Inflorescence en épis, pédonculées. Fleure hermaphrodites, apérianthées.

Fruits bacciformes, atteignant 6 mm de diamètre, rouge à l'état frais. Habitant : Forêt dense, primaire ou secondaire. (LEJOLY et al., 2010)

II.3.2. *Crassocephalum bumbense* (S. MOORE) MILNE-REDH

Herbe annuelle ou vivace, atteignant 100Cm de hauteur, tige à base radicante, anguleuses et sillonnées, rougeâtres, pubérilentes. Capitules pédonculés, multiflores en cymes paniculiformes. Fleurons, tubulés, jaunes à jaune orange. Habitant ; champs, jachères, bords de route -CC

Distribution : Afrique tropicale, Madagascar et Comores ; RD. Congo : II-III-IV-VI- VII- VIII- IX. Tshopo : Bafwasende (BEQUAERT, 2006) ; Banalia (BEQUAERT, 1499, le Joly 476) : BASOKO (BEQUAERT, 1906) : Isangi : (Louis 10074) : Kisangani (E&M : LAURANT s.n ; LE Joly 47968, LISOWSKI 40576, PAUWELS 6644, 6689) ; Ubundu (LISOWSKI, 16401) (LEJOLY et al., 2010)



Fig.1. Crassocephalum bumbense



Fig.2. Piper guineensis

II.4 méthodes d'analyse

Les feuilles de ces plantes ont été analysées avant cuisson. Des échantillons frais de ces plantes ont été utilisés pour le dosage de l'humidité, la détermination de l'équivalent d'acide citrique et de quelques vitamines (A, B1, B2, B6 et C). Pour ce qui concerne les protéines brutes, les cendres brutes, les sucres totaux, les lipides, les substances toxiques ou indésirables et les groupes phytochimiques, ils ont été analysés à partir des feuilles de ces espèces après les avoir séchés à la température ambiante du laboratoire puis réduits en poudre fine.

II.4.1. Analyse quantitative

II.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 & Noïrfalise, 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, la capsule contenant l'échantillon est portée pour être refroidie dans le dessiccateur avant d'être pesée (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 d'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

II 4.1.2. Détermination des cendres (Groegart, 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 à moufle jusqu'à sa calcination complète en cendres.

2. Mode opératoire

On prélève 1 gr de poudre préalablement séchée dans le four à 105° 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 le dessiccateur et enfin on le pèse.

3. Calcul

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

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

Avec P1 = Poids de l'échantillon avant calcination

P2= Poids de l'échantillon après calcination

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

II.4.1.3. Dosage de protéines brutes.

II.4.1.3.1. 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, 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 (H₂SO₄) concentré à chaud, à l'aide d'un catalyseur mixte. Il se passe une réaction suivante :



b. Alcalinisation et distillation

Un excès de base neutralise l'acide sulfurique, et la vapeur d'eau est recueillie quantitativement dans un récipient contenant une solution d'acide borique (H₃

BO₃) 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 (H₂SO₄ 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 :

- H₂SO₄ concentré (d= 1,84).
- H₂SO₄ (0,01 N)
- H₃BO₃ (4%)
- NaOH (40%)

Catalyseur mixte K₂SO₄ +CuSO₄ +Se (40 :10 :1) indicateur mixte de TASHIRO est mélangé en volumes égaux avec le vert de bromocrésol (0,33%) , le rouge de méthyl (0,66%) dans l'alcool éthylique à 25 %.

3. Mode opératoire

a. Digestion

On pèse 0,2 gr de l'échantillon que l'on met dans un ballon Kjeldahl de 250ml en évitant de le déposer sur le col. On ajoute 5ml de H₂SO₄ concentré, on laisse macérer pendant 30 minutes et on ajoute 0,2gr de catalyseur mixte. On place le ballon Kjeldahl 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 Kjeldahl du digesteur, on laisse refroidir et on ajoute 30 ml d'eau distillée. On verse le contenu dans un ballon jaugé de 50 ml 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 H₂BO₃ et on y ajoute 0,5ml d'indicateur mixte. On place le bécher et son contenu dans le distillateur de manière que le bord inférieur du réfrigérant plonge dans cette solution. On introduit successivement 10 ml du digestat dans un tube Kjeldahl 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 indiquée par le changement de coloration de la solution de l'acide borique au vert dès la première goutte de distillat, on coupe l'arrivée de la vapeur et enfin, on retire le bûcher contenant le distillat ainsi que le tube contenant le résidu.

3. Dosage

On titre la solution verte de distillation par le H₂SO₄ (0.01N). La fin du titrage est marquée par l'apparition d'une teinte rose.

4. Calcul

Le pourcentage d'azote est donné par l'expression suivante :

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

Où E_qN = masse d'Equivalent gramme d'azote (0,014gr)

N₁ = Normalité du titrant

V₁ = volume du titrant (en litre)

V₂ = volume total du minéralisant

P = poids de l'échantillon sec

V₃ = volume du minéralisant pour distillation

5. Détermination de protéines brutes

La teneur en protéine 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

II.4.1.4. Dosage de lipides (Soxhlet)

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 du pétrole 40° C

2. 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 350 ml 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 .

3. 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 grasse en gramme

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

II.4.1.5. Dosage de l'acide ascorbique (Vitamine C)

Le dosage de l'acide ascorbique a été fait selon la méthode de l'oxydation à l'iode telle que décrite par FABERT (1964), l'extraction de vitamine a été obtenue après broyages 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 réactions 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 l'oxyde de la vitamine C (réaction 2) lorsque toute la vitamine C est oxydée , l'iode produit développe en présence de l'amidon une coloration bleu

2. Réactifs

Les réactifs suivants ont été utilisés :

- HCl 2% (54, 3 ml concentré par litre) ;
- KIO_3 0,001 N (0,0428 gr par litre) ;

- KI 1% (1 gr/100ml) ;
- Solution d'amidon 0,5%

3. Mode Opératoire.

a. Extraction de la vitamine C

On pèse 5 gr de matière fraîche que l'on broie dans un mortier . On ajoute 25 ml de HCl et on laisse reposer pendant 10minutes , on transvase quantitativement l'extrait obtenu dans un ballon jaugé de 100 ml et on porte à la jauge avec la solution de HCl 2% . On agit puis on filtre immédiatement l'extrait vitaminique obtenu.

B. Titrage de l'extrait obtenu.

On prélève 1 ml de l'extrait et on l'ajoute à 3 ml d'eau distillée contenue dans un Erlenmeyer. On ajoute 0,5 ml de KI 1% et 2 ml de la solution d'amidon 0,5% titrer immédiatement avec une solution fraîche de KIO₃ 0,001N à l'aide d'une micro burette jusqu'à ce que la solution vire au bleu persistant à l'agitation ; on effectue dans les mêmes conditions une épreuve témoin en utilisant 1 ml de HCl 2% à la place de l'extrait vitaminique.

4. Calcul

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

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

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

- V_e = ml de KIO₃ utilisé pour titrer l'extrait ;
- V_b = ml de KIO₃ utilisé pour titrer le blanc (témoin)
- V_t volume total de l'extrait
- N = normalité de KIO₃ (0,001N)
- P = Poids de matière fraîche broyée (gr)
- 88 = Poids d'un milliéquivalent d'acide ascorbique
- V = Volume de l'extrait titré.

II.4.1.6. 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 Na OH 0,1N en présence de phénolphtaléine 1% .

2. Réactif

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

3. Mode Opérateur

Les opérations suivantes sont effectuées :

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

4. Calcul

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

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

- A = % équivalent acide citrique dans la matière fraîche
- V_{NaOH} = Nombre de ml de NaOH utilisé pour titrer ;
- N = Normalité de NaOH (0,1N)
- V_1 = Volume total du filtrant
- V_2 = volume de l'extrait titré
- 0,064 = Poids d'un milliéquivalent d'acide citrique
- P = Poids de l'échantillon broyé (gr)

II.4.1.7. Détermination des éléments minéraux.

Minéralisation (VAN : 1999)

1. Principe

Ce principe consiste à faire la destruction des composés organiques par calcination à haute température (550°) suivi de la solubilisation de la cendre brute dans un acide minéral .

2. Mode opératoire de minéralisation

- ✓ Peser 1 gr d'échantillon puis chauffer au four pendant 4 heures pour avoir des cendres ;
- ✓ Laisser refroidir à l'air ambiant dans un dessiccateur,
- ✓ Ajouter 5 ml de HNO₃ 6M ;
- ✓ Chauffer lentement sur une plaque chauffante jusqu'à ce qu'il reste 1ml ;
- ✓ Ajouter 5 ml de HNO₃ 3M et chauffer pendant quelques minutes : (courte durée) filtrer la solution à chaud ;

- ✓ Nettoyer plusieurs fois les résidus se trouvant dans le creuset avec le HNO_3 1%
- ✓ Ajouter de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge (50ml)
- ✓ La solution obtenue est appelée minéralisation qui servira pour le dosage des éléments minéraux notamment le calcium le magnésium , le fer et le phosphore etc..

II.4.1.8. 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 instable 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 ainsi complexés dans la même condition , il est nécessaire de les éliminer du milieu réactionnel par le triéthanolamine.

2. Réactif

Les principaux réactifs utilisés pour le dosage de calcium sont :

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

3. Mode opératoire

Les opérations suivantes sont effectuées :

- ✓ Prélever exactement 1 ml de minéralisat
- ✓ Introduire dans un Erlenmeyer de 25 ml puis ajouter 2ml d'eau distillée,
- ✓ Ajouter successivement 1 ml de KCN, 1 ml de chlorhydrate de triethanolamine ;
- ✓ Ajouter lentement du NaOH 2 N 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 = $V \times N \times 20$ (ONYAMBOKO ET TCHATCHAMBE 1988).

Où :

- ✓ MS= Matière séchée
- ✓ V= Nombre de ml et d'EDTA utilisé pour le titrage
- ✓ N= Normalité de l'EDTA (0,02 N)
- ✓ 20= Facteur de dilution

II.4.1.9. 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 Réactif

Les réactifs utilisés sont :

- ✓ EDTA : 0,02N (3,72 gr par litre)
- ✓ Tampon ammoniacal $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$ pH 10 (3,5gr de NH_4Cl +30ml de NH_4OH 25%, ramené à 50 ml de solution avec de l'eau distillée)
- ✓ Indicateur noire de Eriochrome T (0,2gr +300gr NaCl)
- ✓ KCN 1% (1gr/100ml)

3. Mode opératoire

Les manipulations suivantes sont effectuées :

- ✓ Pipeter 10 ml de minéralisant ;
- ✓ Introduire dans un Erlenmeyer de 250 ml puis porter à 10ml avec de l'eau distillée ;
- ✓ Ajouter successivement deux ml de KCN ; 10ml de tampon ammoniac (vérifier le pH et l'ajouter à 10) et une pincée de noir d'eriochrome T, la solution prend une coloration rouge violette ;

- ✓ Titrer lentement avec EDTA, 0,02N jusqu'à l'apparition « Bleu franc ou bleu délavé »

4. Calcul

La teneur en magnésium est donnée par la formule suivante :

$$\text{Gramme de magnésium dans 100 gr de MS} = \frac{(V1-V2) \times N \times FC \times 12 \cdot 10^{-3} \cdot 10^2 \cdot 10^2}{P \times a}$$

Où :

- V1=Nombre de ml de EDTA pour la somme de Ca+Mg ;
- V2=Nombre de ml de l'EDTA de Ca ;
- N=normalité de l'EDTA (0,02 N) ;
- FC= facteur de correction de l'EDTA (1,064)
- a= aliquote (10ml)
- p=poids de l'échantillon pour l'incinération (1gr)
- 10^{-3} =Facteur de conversion de mg en gramme
- 10^2 =Volume total du minéralisant (extrait)
- 12=milliéquivalent Mg^{++}
- 10^2 =100gr de matière sèche

II.4.1.10. Dosage de fer (DESSART, JODOGNE et Paul 1973)

1. Principe

Le dosage de fer est basé sur la relation suivante :



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

2. Réactif

Les réactifs utilisés sont :

- ✓ Solution de H_2SO_4 concentré, H_3PO_4 concentré, H_2O dans la proportion 1 : 1 :5 ;
- ✓ Indicateur diphénylamine 1% dans H_2SO_4 concentré ;
- ✓ $K_2Cr_2O_7$ 0,01N (Bichromate de potassium)

3. Mode opératoire

Les opérations suivantes sont effectuées :

- ✓ Prélever 2ml de minéralisât ;
- ✓ Ajouter 2 ml de H_2SO_4 concentré / H_3PO_4 concentré H_2O (1 :1 :5)

- ✓ Ensuite ajouter 3 gouttes de l'indicateur diphénylamine 1% et titrer avec $K_2Cr_2O_7$ 0,01 N
- ✓ L'apparition de la coloration bleu violette persistante indique la fin du titrage.

4. Calcul

Le % de fer est donné par la formule suivante :

$$\%fer = VK_2Cr_2O_7 \times 1,675 \text{ (ONYAMBOKO ET TCHATCHAMBE, 1988)}$$

Où :

- ✓ $V_{K_2Cr_2O_7}$ = Volume de $K_2Cr_2O_7$ utilisé pour le titrage ;
- ✓ 1,675 = Facteur tenant compte de dilution.
- ✓ %Fer = Pourcentage de fer

II.4.2. Analyse qualitative

II.4.2.1. Test qualitative d'oxalate (FEIGEL et al, 1966)

1 Réactif

Le seul réactif utilisé ici est la poudre de diphénylamine

2. Procédure

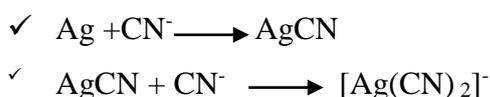
Les opérations suivantes sont effectuées :

- ✓ Prendre un peu de poudre ou fragment de l'échantillon et mettre dans un tube à essai ;
- ✓ Ajouter la poudre 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.

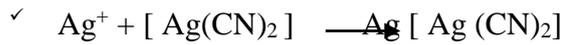
II.4.2.2. Test de Cyanures (DESSART et JODOGNE, 1973)

1. Principe

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



Lorsque la réaction de complexation est terminée , 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 ;
- ✓ On y ajoute progressivement la solution de nitrate d'Argent jusqu'à son excès afin d'observer la formation d'un précipité blanc.

II.4.2.3. Test qualitatif pour les nitrates (FRETS & VIN ZENZ, 1966)

Pour tester qualitativement les nitrates, 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 environ un mg de solution fine du réactif.

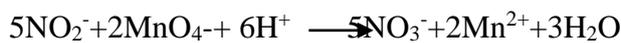
Concrètement, pour mettre en évidence la présence des nitrates, on procède comme suit :

- ✓ On prend un peu de poudre qu'on met dans un tube à essai ;
- ✓ Et on y ajoute 0,5ml du réactif obtenu dans l'étape ci-haut ;
- ✓ L'apparition de la coloration bleue indique la présence de nitrate.

II.4.2.4. Test qualitatif pour le nitrite (DESSART et JODOGNE, 1973)

1. Principe

Le KMnO_4 en solution acide est décoloré par le nitrite. Il ya 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 ya la décoloration de KMnO_4 , nous avons un test positif si non le test est négatif.

II.4.2.5. 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 présente.

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 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 $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dans 40ml de HCl 1N
- b) Filtrer et porter à 250ml (= (la solution doit être quantité garantie)

3. Mode opératoire

On prélève 2 ml de minéralisât, on y ajoute 1 ml de la solution molybdique, on y ajoute ensuite 1 ml de la solution réductrice et on lit la densité optique au spectrophomètre 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 séchée en phosphore est donnée par la relation suivante :

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

Avec :

- ✓ %P= Pourcentage de phosphore dans la matière séchée
- ✓ DOS_t= densité optique standard
- ✓ D.O.In= densité optique inconnue
- ✓ 0,125 = Facteur dilution

II.4.3. Analyse qualitative des groupes phytochimiques

II.4.3.1. Détection des alcaloïdes (MABIKA, 1983)

1. Réactifs

Les réactifs utilisés pour ce test sont :

- ✓ Ammoniaque 12,5%
 - ✓ Réactif de Dragendorff
- a. 1,5gr nitrate de bismuth + 50ml d'eau distillée + 2 ml d'acide acétique Glaciale (CH_3COOH)
 - b. 10gr de KI + 40 ml d'eau distillée
 - c. mélanger la solution a et b
 - Réactif de Meyer (6,77gr de HgCl_2 + 25 gr de KI dissout dans 100ml d'eau distillée :
 - Acide chlorhydrique
 - Acétate d'éthyle.

2. Mode Opérateur

On prend 1 gr 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 contenant 45 ml d'acétate. Après filtration, la solution sera introduite dans une ampoule à décanter suivi l'action de 5ml de HCl 0,5N. Le macéré est filtré et testé avec quelques gouttes de Dragendorff. Les alcaloïdes forment un précipité rouge avec les réactifs de Dragendorff. Ceci prouve que le test est positif dans le cas contraire , il est négatif soit un précipité blanc avec la réaction de Meyer.

II.4.3.2. Détection de Flavonoïdes (WEAST & ROBERT, 1970)

1. Réactifs

Les réactifs utilisés sont :

- Ethanol (95%)
- Acide chlorhydrique concentré ;
- Copeau de magnésium
- Alcool isoamylique

2. Mode Opérateur

On infuse 5 gr de matériel en morceaux dans 45 ml 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, 2 ml d'HCl concentré, 0,5gr de copaux de magnésium et 5 gouttes d'alcool isoamylique. L'apparition d'une coloration rose, orange ou rouge violacée dans la couche surnageant à alcool indique la présence d'un flavonoïde.

II.4.3.3. Détection des tanins (WEAST & ROBERT, 1970)

1. Réactif

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

2. Mode opératoire

A 5ml de l'infuse 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.

II.4.3.4. Détection de stérols et terpènes (WEART & ROBERT, 1970)

1. Réactifs

Les réactifs utilisés sont :

- Ether diéthylique
- Anhydride acétique
- H₂SO₄ 92%

2. Mode Opératoire

On prend un gramme de matériel grossièrement broyé qui est mis en macération pendant 24 heures dans une fiole contenant 20ml d'éther diéthylique. Quelques gouttes (environs 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 terpéniques, une coloration mauve virant ou vert, si non le test est déclaré négatif.

II.4.3.5. Vitamine A ou carotènes

1. Principe (méthodes de CARR et PRINCE, 1970)

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

2. Mode opératoire

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

Dans un tube à centrifuger, on met :

- 5gr du broyat de l'échantillon
- 5ml d'éthanol (95%), on agité puis on a ajoute;
- 12 ml d'éther de pétrole ou benzine , on agite 10 minutes ;

On centrifuge, puis on prend la phase éther c'est-à-dire 10 ml de liquide surnageant (LS) qu'on met dans la cuve du colorimètre , 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 1,12 mg par ml , soit 1,12 mg/l

3. Dosage de vitamines A

Avant tout , il faut évaporer la phase éther à 45°C. le résidu est mélangé avec 1ml de chloroforme et 5ml du réactif de trichlorure d'antimoine sont ajoutés rapidement. La lecture se fait à 620nm contre le banc ('Chloroforme). Il faut bien noter que 88 mg de B-Carotène correspondent à 84,1 unités de vitamine A

Taux de Vit A réel :

$$\text{Total Vit A} = \frac{\text{mg caroténoïde} \times 0,9}{100}$$

4. Calcul

La concentration de vitamine A

$$CI = \frac{xCS \times DOI \times fd}{D.O_{st}}$$

- ✓ CI à Concentration de l'inconnu ;
- ✓ CS= concentration du standard
- ✓ DOI= densité optique du standard de l'inconnu
- ✓ DOS = densité du standard de l'inconnu
- ✓ fd= Facteur de dilution

II.4.3.6. Thiamine ou vitamine B1

1. Principe.

L'oxydation de la vitamine B1 sous forme dithiochrome 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, 1970).

2. Réactif

On utilise

- Tampon acétate 0,2M, Ph4
- 0,2N Hdc 1,15 ml/100ml H₂O
- 0,2 NaAc 0,72g/100ml H₂O mélanger 82ml de a et 18ml de b pour faire 100ml de H₂O distillée
- Standard 200mg/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 1.

Tableau 1 Mode opératoire

Réactif	TBE		
	A Inconnu (1ml)	B. Standard (1ml)	C. Blanc H ₂ O + Tampon (1 :1)
Méthanol	1ml	1ml	1ml
NaOH 3%	0,5ml	0,5ml	0,5ml
Ferricyanure de K 2%	3Gouttes	3Gouttes	3Gouttes
Eau distillé	1ml	1ml	1ml
Alcool isoamylique	10 ml	10 ml	10 ml

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

4. Calcul.

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

$$CI = \frac{xCS \times DOI \times fd}{D.O_{st}}$$

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

II.4.3.2. Riboflavine ou vitamine B2

1. Principe

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

2. Réactifs.

Les réactifs à utiliser sont :

- ✓ KMnO_4
- ✓ H_2O_2 (eau oxygénée) 30%
- ✓ HAc 0,02N

Standard riboflavine : 10mg/100ml de HAc 0,02N

2. Mode opératoire

Le mode opératoire est résumé dans le tableau 2

Tableau 2 Mode Opératoire

Réactif	TUBE		
	A Inconnu (1ml)	B. Standard (1ml)	C. Blanc (Eau distillé 1ml)
H_2O	1ml	1ml	1ml
KMnO_4 3%	0,5ml	0,5ml	0,5ml
H_2O_2 30%	4Gouttes	4Gouttes	4Gouttes

La lecture se fait à 620nm

4. Calcul

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

$$CI = \frac{xCS \times DOI \times fd}{D.O_{st}}$$

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

II.4.3.8. Pyridoxine ou Vitamine B6

1. Principe.

On extrait la vitamine B6 avec le méthanol en milieu acide (HCl 0,1N). Après l'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 réactif dont ;

- ✓ Le standard de pyridoxine est de 1g/ml dans 0,1N HCl
- ✓ L'échantillon : extrait la vitamine effectué avec 0,1N HCl

3. Mode opératoire

Le mode opératoire est résumé dans le tableau 3

Réactif	TUBE		
	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%	4Gouttes	4Gouttes	4Gouttes
Eau distillé	4ml	4ml	4ml

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

4. Calcul

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

$$CI = \frac{xCS \times DOI \times fd}{D.O_{st}}$$

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

II.4.4. Détermination du Sucre total

1..Réactif :

- ✓ Ethanol à 70%
- ✓ Sulfate de Zinc (2gr/100ml)
- ✓ $K_4 [Fe (CN)_6]$ (10,6gr /100ml)
- ✓ Eau distillée
- ✓ H_2SO_4 1,5N

2. *Mode Opératoire*

On pèse 0,5 gr de poudre de l'échantillon , on ajoute 10 ml de l' H_2SO_4 1,5N , on mélange et on laisse à la T° d'ébullition (100°C) au bain marie pendant 15 minutes. La préparation est laissée refroidir à la température ambiante , ensuite ,on ajoute 10 ml de l'éthanol à 70% et 0,5 ml de sulfate de Zinc (2gr/100ml) et 0,5 ml de $K_4 [Fe (CN)_6]$ (10,6gr /100ml).

La solution est filtrée dans une fiole de 50ml et amenée au trait de jauge avec de l'eau distillée.

	Blanc	Inconnue
Echantillon	--	0,5 ml
Eau distillée (ml)	2 ml	1,5ml
Phénol aqueux 5%	1ml	1ml
H_2SO_4 concentré (ml)	5ml	5ml

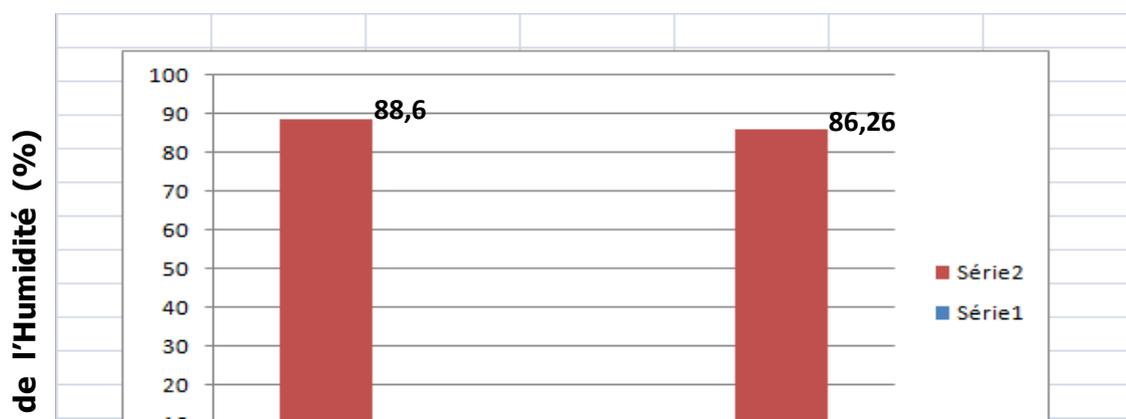
On fait la lecture à 490 nm.

Chapitre troisième RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Substances nutritives analysées avant cuisson

III.1.1. Humidité

Les valeurs de l'humidité chez les plantes analysées sont données par la figure 3 suivante :



Bumbense

Piper guineensis

Figure 3. Taux d'humidité des plantes (feuilles) analysées.

Il ressort de cette figure 3 que le taux d'humidité dans les feuilles des plantes analysées varie entre 86,2% (*Piper guineensis*) et 88,6% (*Crassocephalum bumbense*).

En comparant nos résultats avec ceux de NGABU (2007), nous voyons que les feuilles de nos espèces analysées contiennent plus d'humidité que celles de *Solanum americanum* (84,6%) mais elles sont moins riches que celles de *Thaumatococcus daniellii* (87,78%).

En référant nos données à celles de LANNON(2001), nous voyons que les feuilles de nos plantes étudiées sont plus riches en humidité que le *Chou frisé* (84,6%) mais moins riches que le *Chou cabus* (93%).

III.1.2. Teneur en cendres brutes

La figure 4 nous donne la variation de la teneur en cendres brutes chez les espèces analysées avant cuisson.

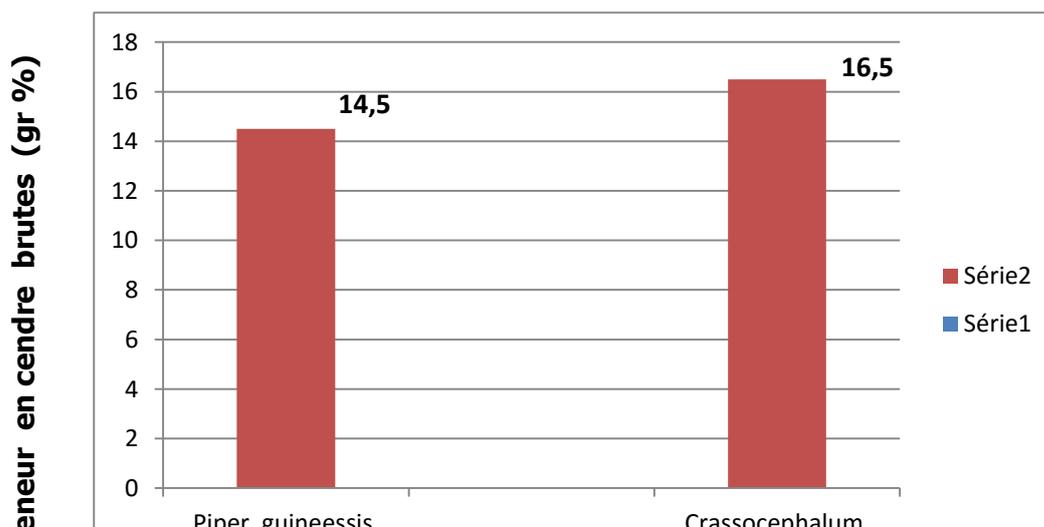


Figure 4. La teneur en cendres brutes chez les espèces étudiées avant cuisson .

Il ressort de cette figure que le taux de cendres brutes chez les espèces étudiés varie entre 14,5g% (*Piper guineensis*) et 16,5g% (*Crassocephalum bumbense*)

Comparativement aux données d'ITEKU (2007) , nous remarquons que les feuilles de *Crassocephalum bumbense* ont un taux plus élevé en cendres brutes que celles de *Nephrolepis bisserata* (14,5 g%) tandis que celles de *Piper guineensis* ont la même teneur que celles de cette plante.

II.1.3. Lipides

La variation de la teneur en lipides chez les plantes étudiées est donnée par la figure 5 ci-dessous.

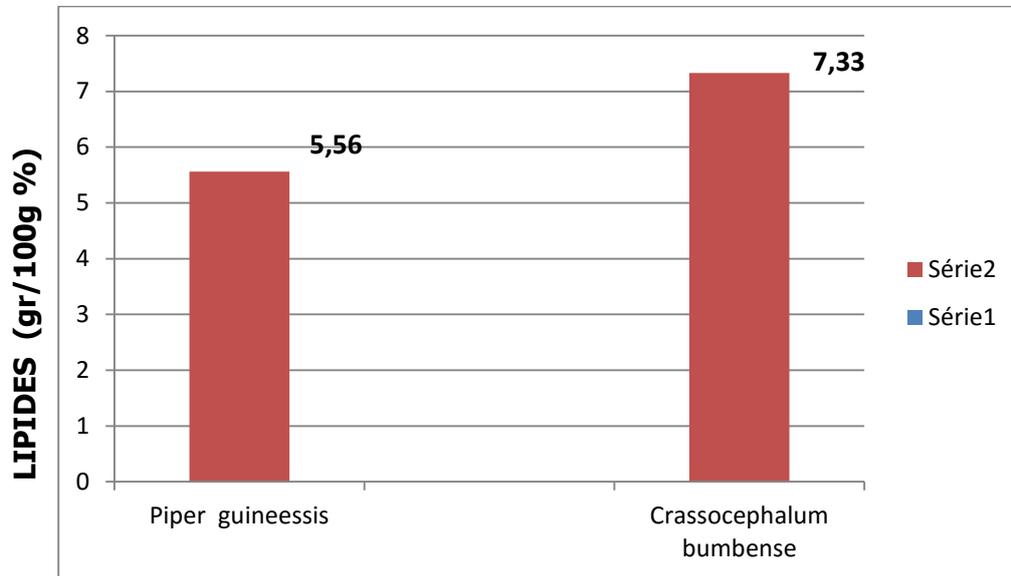


Figure 5. La teneur en lipides chez les espèces analysées

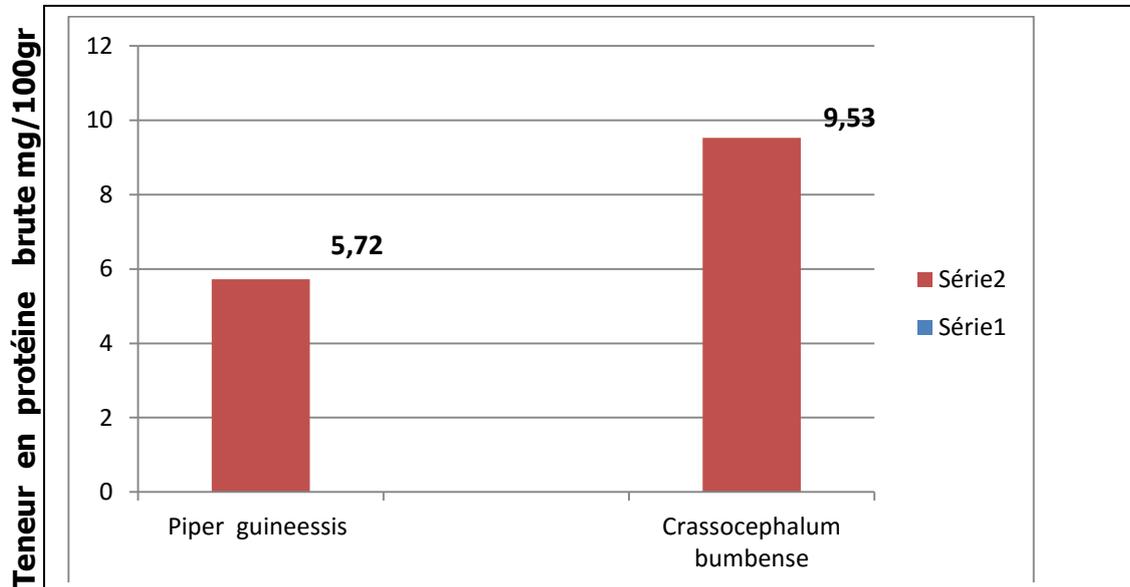
La figure 5 montre que la teneur en matières grasses brutes dans les feuilles de plantes étudiées varie entre 5,56 g% (*Piper guineensis*) et 7,33g /100gr (*Crassocephalum bumbense*)

En comparant nos données avec celles de ITEKU (2007), nous remarquons que nos échantillons analysés sont plus riches en lipides que les feuilles de *Nephrolepis bisserata* (4,2gr/100gr).

En confrontant nos données avec celles de LANNON (2001), nous remarquons que les feuilles de nos plantes analysées contiennent beaucoup de lipides que celles de *Brassica oleraceae* (0,8g),

III.1.4. Teneur en protéines brutes

La variation de la teneur en protéines brutes chez les plantes étudiées avant cuisson est donnée par la figure 6 ci-dessous



La figure 6. La teneur en protéines chez les feuilles des espèces analysées

La figure 6 ci-haut montre que la teneur en protéines brutes chez les espèces analysées varie entre 5,72g/100g (*Piper guineensis*) et 9,53g/100gr (*Crassocephalum bumbense*)

En comparant nos résultats à ceux de OTHAMA (2012), nous voyons que les feuilles de nos espèces analysées avant cuisson sont plus riches en protéines brutes que celles d'*Erythrococca oleracea* (4,48g/100g) et de *Hymenocardia ulmenoides* (3,54g/100g).

Selon PAMPLONA(2007), la teneur en protéines brutes de chou-fleur est de 1,6g et celle de l'épinard est de 2,86g. En partant de nos données, nous remarquons que les feuilles de nos plantes étudiées sont plus riches en protéines que le chou-fleur et l'épinard.

III.1.4. La vitamines A

La figure 7 nous présente les teneurs en vitamine A des plantes étudiées avant cuisson.

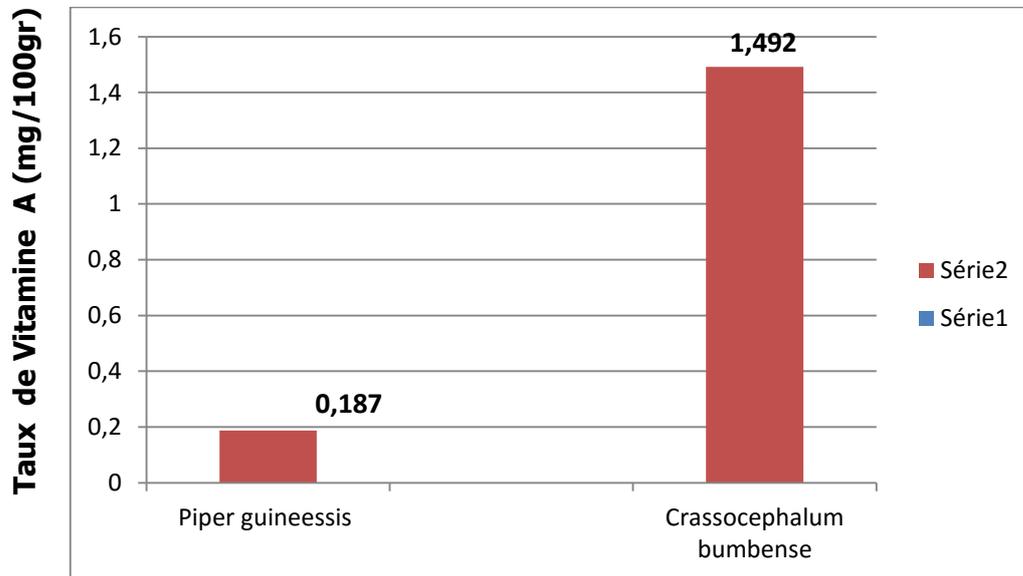


Figure 7. La teneur en vitamine A des feuilles des plantes étudiées avant cuisson.

Dans cette figure, nous constatons que la teneur en vitamine A chez les plantes étudiées varie entre 0,187 mg/100g (*Piper guineensis*) et 1,492mg/100gr (*Crassocephalum bumbense*).

Si nous comparons nos résultats avec ceux de NGABU (2007), nous constatons que les feuilles de nos espèces analysées sont plus riches en vitamine A que celles de *Solanum americanum* (0,037 mg/100gr)

Les feuilles de nos plantes étudiées sont moins riches en vitamine A que celles d'*Asystasia gangetica* (0,746mg/100gr) analysées par MBIYA (2008)

III.1.5. Teneur en vitamine B1 ou Thiamine

La figure 8 ci-dessous présente les teneurs en Thiamine des espèces analysées.

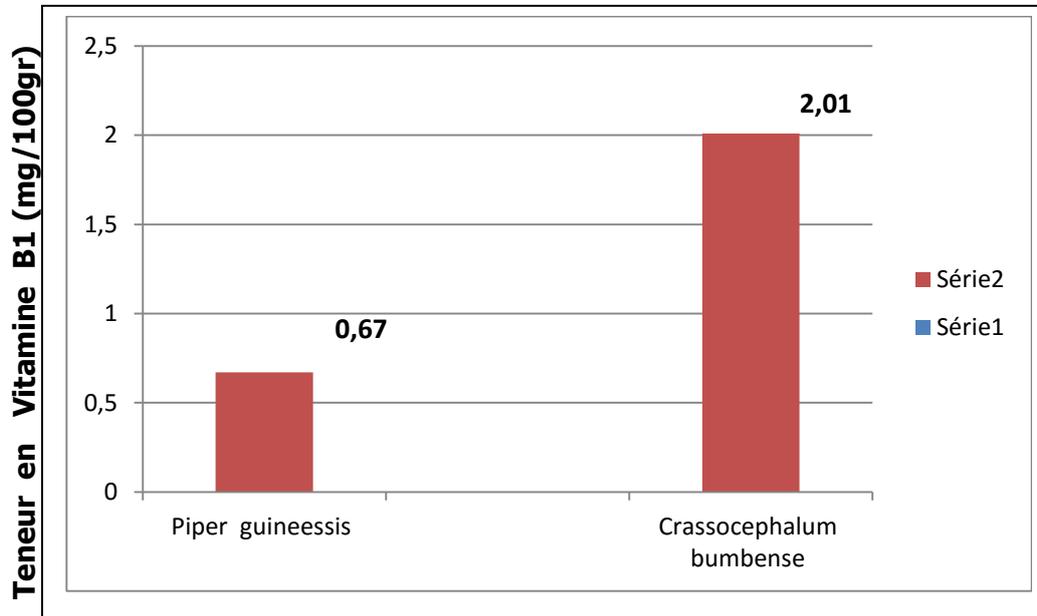


Figure 8. La teneur en thiamine de nos deux plantes analysées avant cuisson.

On remarque dans cette figure que la teneur en thiamine de nos plantes étudiées varie entre 0,67mg /100gr (*Piper guineensis*) et 2,01mg/100gr (*Crassocephalum bumbense*).

En comparant nos données à celles de MBIYA (2008), nous voyons que les feuilles de nos deux plantes sont plus riches en Thiamine par rapport à celles d'*Asystasia gangetica* (0,16mg/100g), mais moins riches que celles d'*Amaranthus spinosus* (1,33mg/100gr)

Les feuilles de nos deux plantes étudiées sont plus riches en thiamine que le *Chou cabus* (0,06mg) (LANNON, 2001).

III.1.6. Teneur en vitamine B2 ou Riboflavine.

La figure 9 ci-dessous présente la teneur en vitamine B2 chez les plantes analysées.

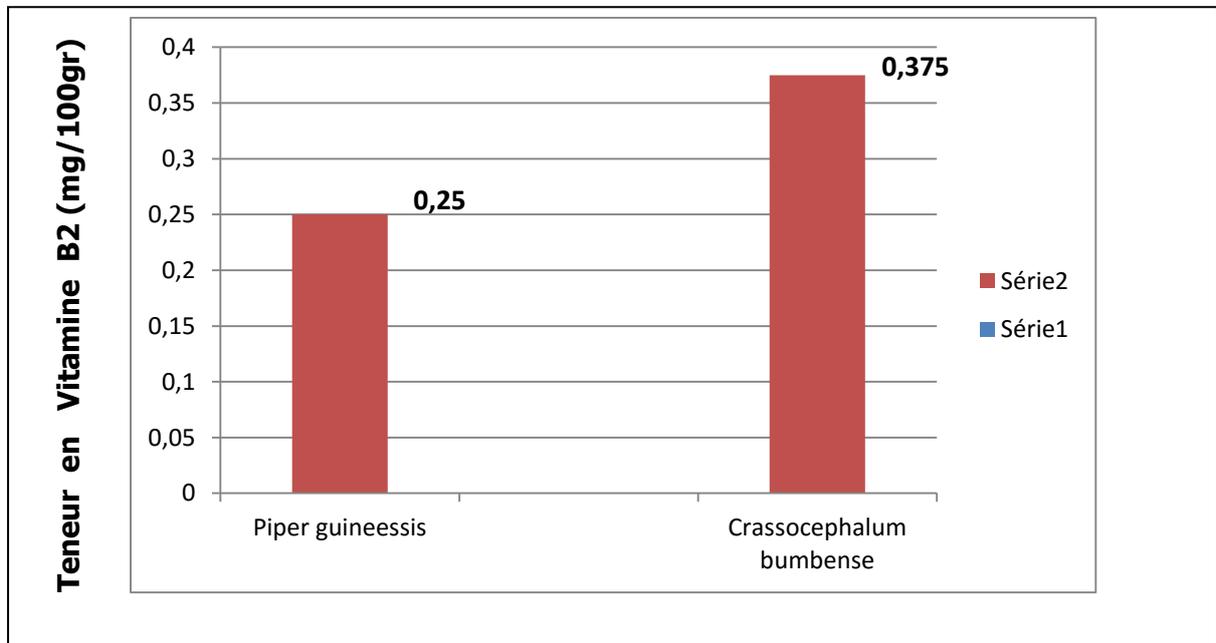


Figure 9. Taux de Vitamine B₂ ou Riboflavine chez les plantes analysées avant cuisson.

Il ressort de la figure 9 que le taux de riboflavine dans les feuilles de plantes étudiées varie entre 0,25mg/100gr (*Piper guineensis*) et 0,375mg/100gr (*Crassocephalum bumbense*).

En comparant nos résultats à ceux de MBIYA (2008), nous remarquons que les feuilles d'*Asystasia gangetica* (0,475mg/100g) et d'*Alchornea cordifolia* (0,425 m/100g) ont un taux en vitamine B2 plus élevé que celles de nos deux espèces analysées alors que celles d'*Amaranthus spinosus* avec (0,275mg/100g) sont moins riches que celles de *Crassocephalum bumbense* mais plus riches que celles de *Piper guineensis*.

Selon MUNDAY(2012), les teneurs de riboflavine de *Hua gaboni* et de *Talinum triangulare* avant cuisson sont respectivement de 0,375 mg et 0,130mg. En partant de nos résultats, nous constatons que les feuilles de *Crassocephalum bumbense* ont la même teneur que celles de *Hua gaboni* tandis que les feuilles de nos deux plantes renferment plus de riboflavine que celles de *Talinum triangulare*

III.1.7. Teneur en vitamine B6 ou Pyridoxine

La valeur de pyridoxine dans les plantes analysées avant cuisson est présentée dans la figure 10 suivante :

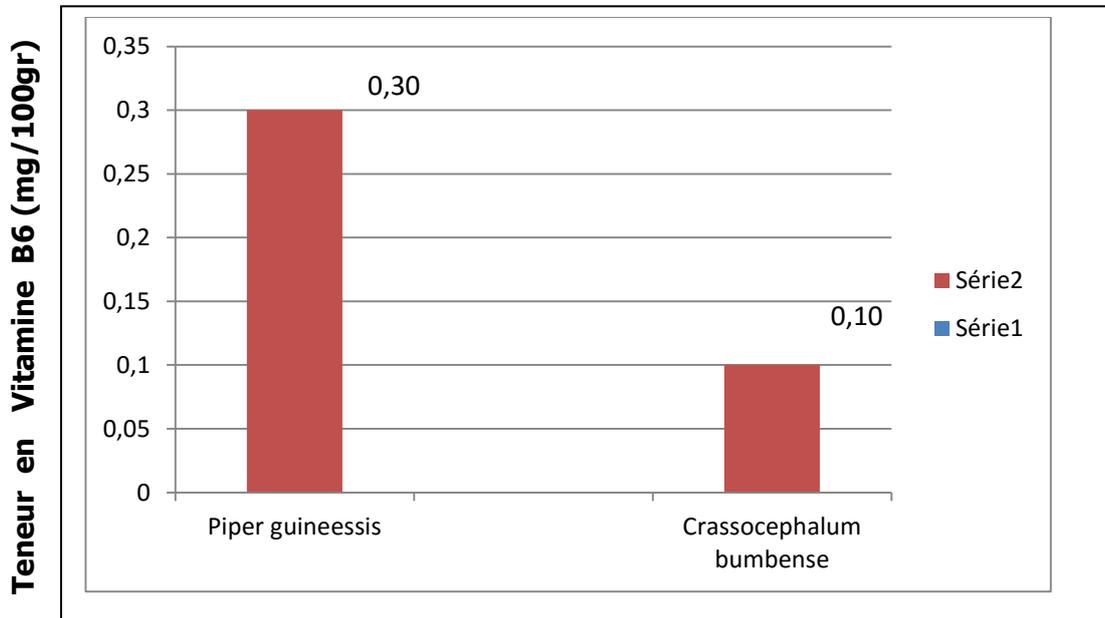


Figure 10. vitamine B6 ou Pyridoxine dans les plantes analysées avant cuisson.

Nous remarquons à partir de cette figure que la teneur en pyridoxine varie entre 0,10mg/100gr (*Crassocephalum bumbense*) et 0,30mg/100 (*Piper guineensis*).

En confrontant nos résultats à ceux de MBIYA (2008), on constate que les feuilles d'*Alchornea cordifolia* (0,58mg/100gr) ont une teneur en vitamine B6 qui dépasse nos deux plantes étudiées alors que celles de *Crassocephalum bumbense* ont une teneur égale à celles d'*Amaranthus spinosus* et d'*Asystasia gangetica* (0,10mg/100gr) qui ont à leur tour une teneur en vitamine B6 inférieure à celles de *Piper guineensis*.

III.1.8. Teneur en vitamine C (Acide ascorbique)

La teneur en acide ascorbique dans les feuilles des plantes analysées est présentée dans la figure 11 ci-après

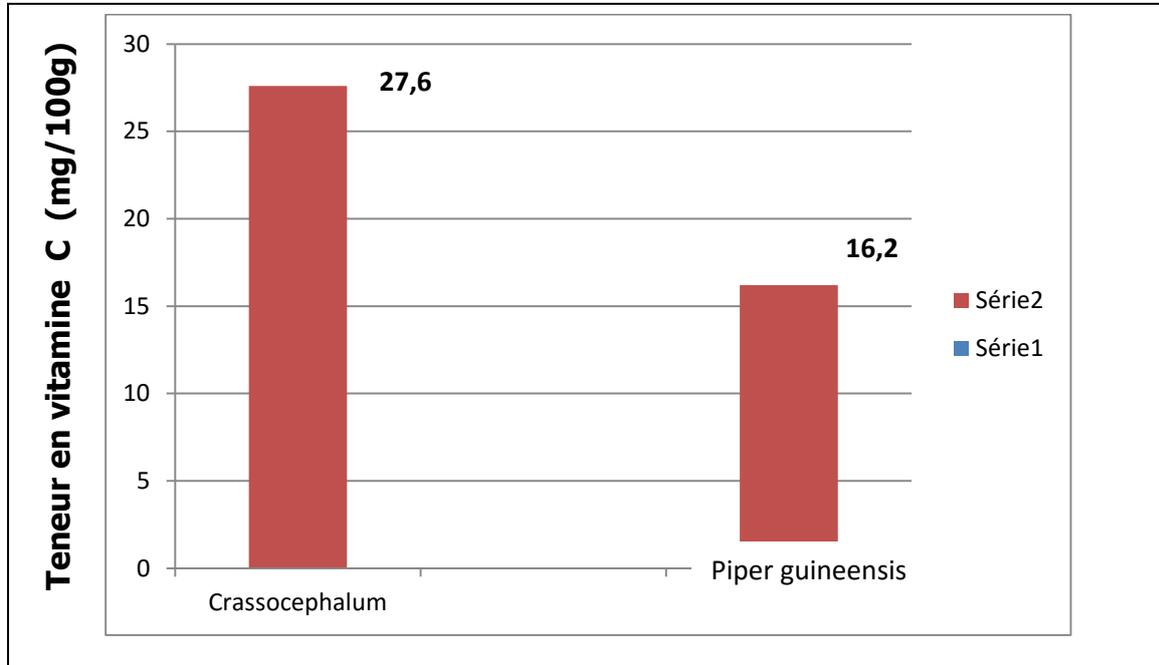


Figure 11. Taux d'acide ascorbique dans les feuilles des plantes analysées avant cuisson.

L'examen de cette figure montre que la teneur en acide ascorbique chez les feuilles de plantes étudiées varie entre 16,2 mg/100gr (*Piper guineensis*) et 27,6 mg /100gr (*Crassocephalum bumbense*).

En confrontant nos données à celles d' OTHAMA (2012), nous constatons que les feuilles de nos deux espèces analysées avant cuisson sont moins riches en acide ascorbique que celles d' *Erythrococca oleracea* (35,2mg) tandis que celles de *Crassocephalum bumbense* sont plus riches que celles d' *Hymenocardia ulmunoides* (26,4 mg) qui ont à leur tour une teneur supérieure à celles de *Piper guineensis*.

III.2. Les MINÉRAUX

Les résultats relatifs à la teneur des plantes analysées en différents minéraux essentiels sont présentés dans les figures 12,13,14 et 15 ci-dessous.

III.2.1. Teneur en calcium

La valeur de calcium dans les feuilles des plantes analysées est présentée dans la figure 12 ci-après

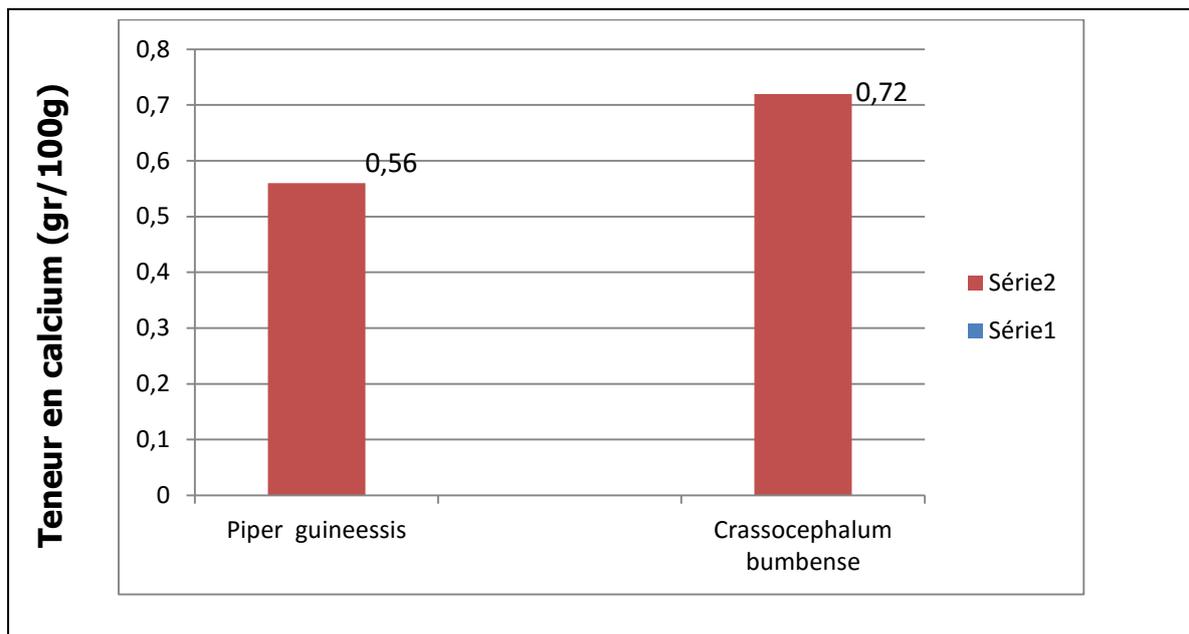


Figure 12. Teneur en calcium dans les feuilles des plantes analysées avant cuisson.

La figure 1 ci-dessus montre que la teneur en calcium dans les feuilles des espèces analysées varie entre 0,56 g/100g (*Piper guineensis*) et 0,72g/100gr (*Crassocephalum bumbense*).

Nos résultats comparés à ceux de KASIGALA (2012), nous remarquons que les feuilles de nos deux espèces analysées sont moins riches en calcium que celles d' *Amaranthus viridis* (1,68g), de *Gnetum africanum* (1,40g) et de *Megaphrynium macrostachyum* (1,44g) avant cuisson.

En confrontant nos données à celles d'APFELBAUM, M(2004), nous voyons que les feuilles de nos deux plantes étudiées contiennent plus de calcium que celles de l'épinard (81mg).

III.2.2. Teneur en fer

La teneur de fer dans les feuilles des plantes analysées est présentée dans la figure 13 ci-dessous :

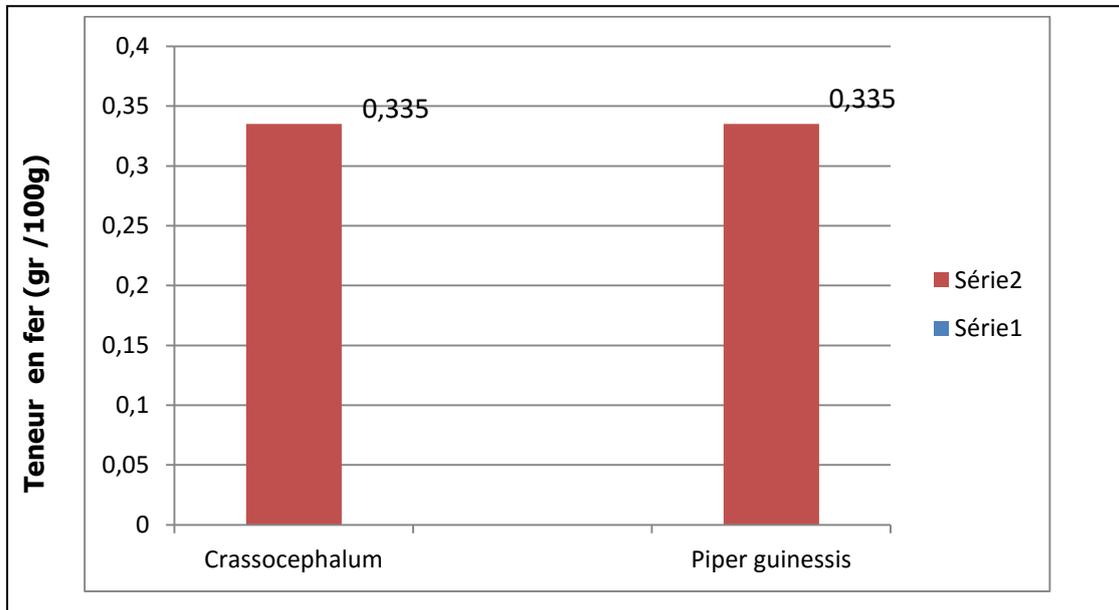


Figure 13. Teneur en fer dans les feuilles des plantes analysées avant cuisson

La figure 13 ci-haut nous montre que le taux de fer est le même 0,335g/100gr chez toutes les deux espèces étudiées : *Crassocephalum bumbense* et *Piper guineensis* .

En comparant nos données à celles d'ONAUTSHU (1996), nous constatons que les feuilles de *Boerhavia diffusa* (1,1gr/100gr) et de *Talinum triangulare* (0,5gr/100gr) contiennent plus de fer que celles de nos deux espèces analysées.

Comparativement aux données de KASIGALA (2012), nous remarquons que nos échantillons sont moins riches en fer que les feuilles d'*Amaranthus viridis* (0,67g), de *Gnetum africanum* (0,502g) et de *Megaphrynium macrostachyum* (0,502g) avant cuisson.

III.2.3. Teneur en Magnésium

La valeur de magnésium dans les feuilles des plantes analysées avant cuisson est présentée dans la figure 14 ci-dessous :

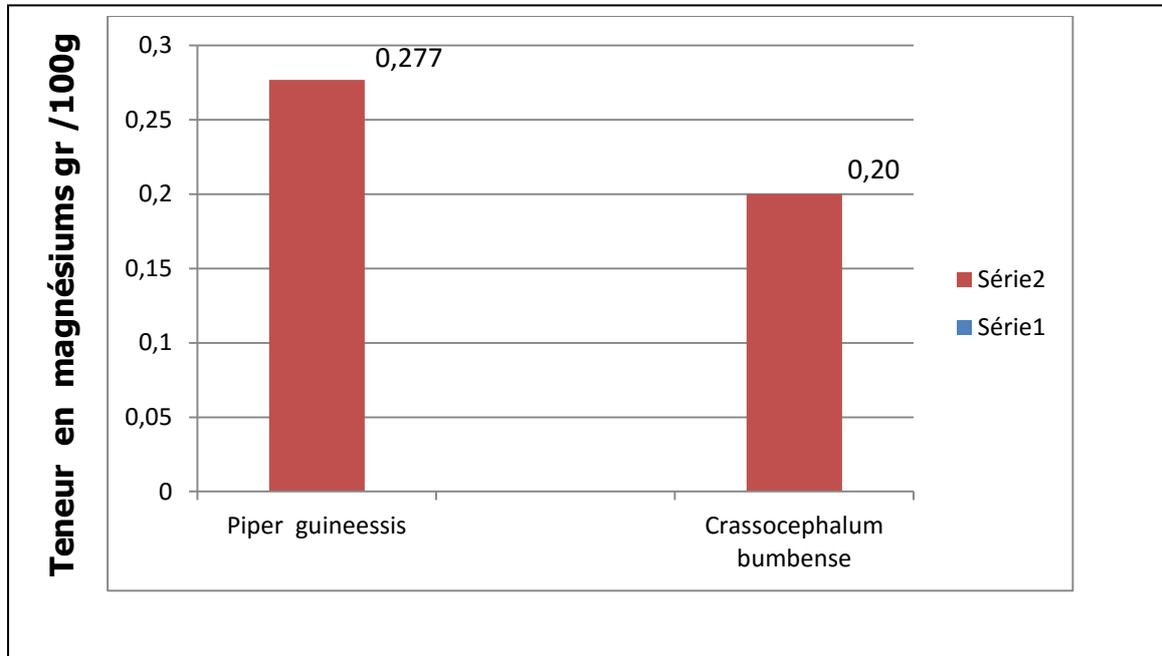


Figure 12 : Taux de magnésium dans les feuilles des plantes analysées avant cuisson .

L'examen de la figure 14 montre que le taux de magnésium dans les feuilles de plantes étudiées avant cuisson varie entre 0,20g/100gr (*Crassocephalum bumbense*) et 0,277 g/100gr (*Piper guineensis*).

En comparant nos résultats avec ceux de ITEKU (2007), nous constatons que les feuilles de *Nephrolepis bisserata* (16,598gr/100g) sont plus riches en magnésium que nos échantillons analysés.

Selon APFELBAUM, (2004), la teneur en Magnésium de l'épinard est de 50mg. En partant de nos résultats, nous voyons que les feuilles de nos deux espèces étudiées contiennent plus de magnésium que l'épinard.

III.2.4. Teneur en phosphore

La figure 14 suivante présente le taux de phosphore dans les feuilles des espèces étudiées avant cuisson.

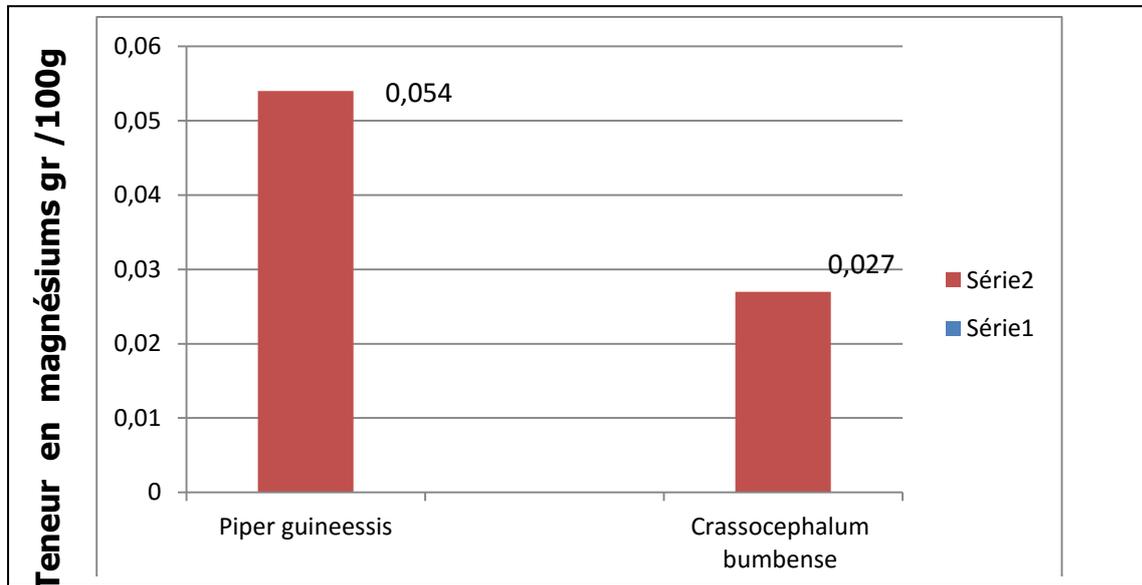


Figure 14. Le taux de phosphore chez les plantes (feuilles) analysées avant cuisson

L'examen de cette figure relève que le taux de phosphore dans les différentes feuilles des plantes analysées varie entre 0,027g/100gr (*Crassocephalum bumbense*) et 0,054g/100g (*Piper guineensis*)

En référant nos données avec celles de NGABU (2007), nous remarquons que les feuilles de nos deux plantes étudiées renferment une quantité importante de phosphore que celles de *Solanum americanum* (0,006g), de *Thamatococcus daniellii* (0,022g), de *Laportea aestuans* (0,008g) et de *Vernonia amygdalina* (0,002g) avant cuisson. Les feuilles de nos plantes sont plus riches en phosphore que la salade (25mg).

III.2.5. Teneur en sucres

La figure 15 ci-dessous reprend le taux de sucres totaux dans les espèces étudiées avant cuisson.

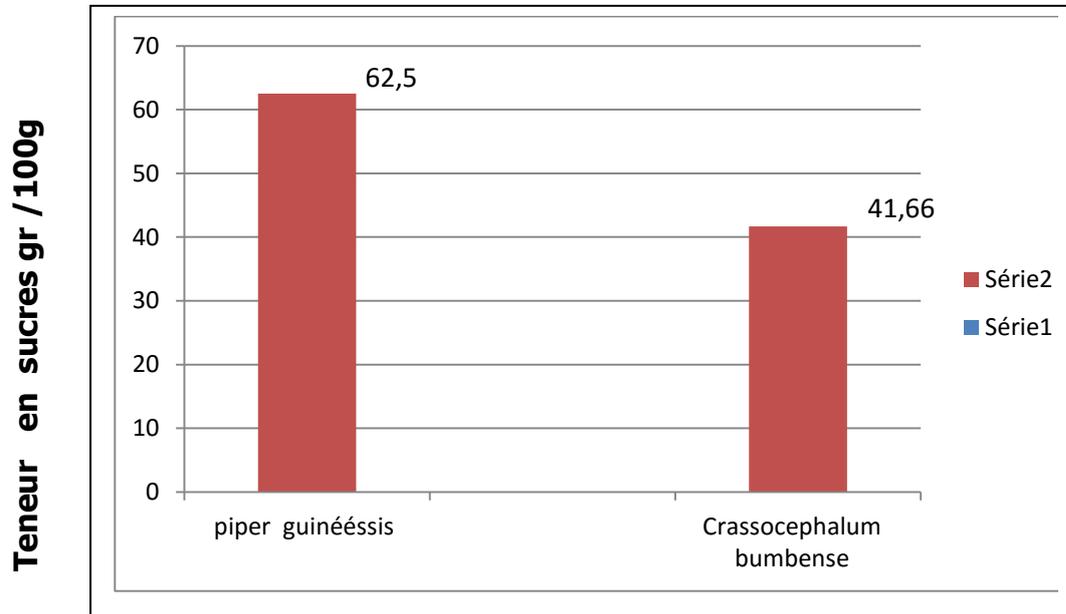


Figure 15. Le taux de sucres totaux chez les plantes (feuilles analysées avant cuisson).

Cette figure montre que le taux de sucres totaux chez les plantes étudiées avant cuisson varie entre 41,66g/100gr (*Crassocephalum bumbense*) et 62,5 gr/100gr (*Piper guineensis*)

En comparant nos données à celles de MUNDAY(2012), nous constatons que les feuilles de nos espèces étudiées renferment plus de sucres totaux que celles d' *Hua gaboni* (0,0625g) et de *Talinum triangulare* (0,417g) avant cuisson

En référant nos résultats à ceux de PAMPLONA, R. (2011), nous voyons que les feuilles de nos deux plantes contiennent plus de sucres totaux que l'épinard (0,800g).

III.3. LES SUBSTANCES TOXIQUES OU INDESIRABLES ET LES GROUPES PHYTOCHIMIQUES.

III.3.1. les substances toxiques

Tableau 1. Résultats de test qualitatif des substances toxiques dans les plantes analysées

Substances chimiques	<i>Crassocephalum bumbense</i> (feuilles)	<i>Piper guineensis</i> (feuilles)
Nitrates	—	—
Nitrites	—	—
Cyanure	—	+
Oxalate	+	—

Légende : + = Positif sous forme de traces

— = Négatif

Le tableau 1 montre qu'il y a absence de nitrates et nitrites dans tous nos échantillons et il y a plutôt la présence de cyanures dans les feuilles de *Piper guineensis* sous forme des traces mais absence chez les feuilles de *Crassocephalum bumbense*. Nous pouvons signaler aussi qu'il y a présence d'oxalates dans les feuilles de *Crassocephalum bumbense* sous forme des traces mais son absence dans les feuilles de *Piper guineensis*.

III.3.2. Les groupe phytochimiques

Tableau 2. Résultats de tests qualitatifs des principaux groupes phytochimiques dans les plantes analysées avant cuisson

Groupes phytochimiques	<i>Crassocephalum bumbense</i> (feuilles)	<i>Piper guinensis</i> (feuilles)
Stérols et terpènes	++	—
Tanins	—	—
Alcaloïdes	—	+
Flavonoïdes	—	—
Saponines	++	+

Légende : + = Positif sous forme de traces

— = Négatif

++= test positif en quantité moyenne

Il ressort de ce tableau que de tous nos deux échantillons, nous constatons la présence de stérols et terpènes chez *Crassocephalum bumbense* en quantité moyenne mais son absence chez *Piper guineensis*, l'absence de tanins et de flavonoïdes dans tous nos échantillons, l'absence d'alcaloïdes chez le *Crassocephalum bumbense* mais sa présence chez le *Piper guineensis* sous forme de traces ; il y a aussi la présence de saponines en quantité moyenne chez *Crassocephalum bumbense* et chez le *Piper guineensis* sous forme de traces.

III.4. Synthèse des résultats d'analyses effectuées

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

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

Analyses	Espèces analysées	
	Feuilles Crassocephalum	(feuilles) Piper guineensis
Humidité relative %	88,6	86,26
Acide citrique (éqac %)	0,019	0,064
Lipide (gr/100gr)	7,33	5,56
Protéine brute (g/100g)	9,53	5,72
VITAMINES		
Vitamine A en carotène (mg %)	1,492	0,187
Thiamine (mg%) Vit B1	2,01	0,67
Riboflavine (mg %) Vit B2	0,375	0,25
Pyridoxine (mg%) Vit B6	0,10	0,30
Acide ascorbique (mg %) Vit C	27,6	16,2
MINÉRAUX		
Cendres brutes %	16,5	14,5
Sucre g /100gr	41,66	62,5
Calcium (g/100gr)	0,56	0,72
Magnésium (g/100gr)	0,56	0,054
Fer (g/100gr)	0,335	0,335
Phosphore (mg/100gr)	0,027	0,335

Tableau 04 : *Récapitulatif des résultats d'analyses des substances toxiques et des groupes phytochimiques avant cuisson*

Analyses	Espèces analysées	
	Feuilles Crassocephalum	(feuilles) Piper guineensis
SUBSTANCES TOXIQUES		
Nitrate	—	—
Nitrite	—	—
Cyanure	—	±
Oxalate	±	—
GROUPE PHYTOCHIMIQUES		
Alcaloïdes	—	±
Flavonoïdes	—	—
Tanins	—	—
Stérol et terpènes	++	—
saponine	++	±

Légende : ± = test Positif sous forme de traces

— = test Négatif

++= test positif

CONCLUSION ET SUGGESTION

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 avec les feuilles de *Crassocephalum bumbense* et de *Piper guineensis* afin de connaître leur valeur nutritive afin de les revaloriser.

Après l'analyse, nous avons remarqué 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, le phosphore et les vitamines.

Les résultats obtenus au cours de nos analyses montrent que ces deux plantes pourraient être une source de protéines, des lipides et des minéraux.

Ces légumes contiennent quelques substances toxiques ou indésirables sous forme de traces notamment l'oxalate chez *Crassocephalum bumbense* et les cyanures chez *Piper guineensis*. Bien que ces plantes sauvages soient consommées par certains paysans, nous recommandons des analyses quantitatives des substances toxiques révélées dans notre travail pour en préciser les poids qui correspondent aux doses létales pour les consommateurs.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. BALEKAGE,B.,2007 : contribution à l'étude nutritionnelle et chimique de cinq plantes consommées à Kisangani et ailleurs : *Pteridium aquilum*, *Solanum americanum*, *Sarcophrynium macrostachym*, *Xanthosema sagitifolia*, *Phasealis vulgaris* et *Cucurbita peppe*.
2. BOLA , M.L et F.SZAFRNSKI .,1991 : Plante spontanée à feuilles légume et ses Environs(Zaire) Belgicain journal of botany, p124(2)
3. CHAOLOT G. ,1969 : Les méthodes de chimie analytique, analyse quantitative Ed . Masson, Paris.
4. DEGROTE, V.A.,1972 : Table de composition alimentaire pour la RDC Concordia Kinshasa.
5. DESSART, JODOGNE et PAUL.,1973 : chimie analytique, Bruxelles A de Boek, p164.
6. FAO/OMS.,1975 : Etudes sur la nutrition n° 28.
7. GROEGART,J. ,1969 : Recueil des modes opératoire en usages au labo d' analyse de L'INEAC(INERA/YANGAMBI).
8. HAROLD et ARMAND.,1969 : Precis de Biochimie, Laval.
9. ITEKU,Y.,2007 : contribution à l'analyse chimique et nutritionnelles des trois plantes alimentaires sauvages : *Afromomun laurenti*, *Nepholepsis bisseolata*, *Physalis angulata* consommées à Kisangani et ses environs, p58.
10. KOYOLONGO,N.,2012 : contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle de deux plantes alimentaires sauvages consommées à Kisangani et ses environs(*Hibiscus rostellatus* et *Hibiscus surrattensis*).
11. LEJOLY et al., 2001 : catalogue-flore des plantes vasculaires des districts de la Tshopo(RD Congo).
12. MUNDAYI,D., 2012 : contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle de trois plantes alimentaires sauvages : *Hua gaboni*, *Pentadioplandra brazzeana* et *Talium triangulare* consommées à Kisangani et ses environs,p56.
13. NGABU,D.,2007 : Contribution à l'Etude Chimique et nutritionnelle de trois plantes Alimentaire sauvages, p55 .
14. NSIMBA,L.,2013 : Cours de Biochimie, Fac de Sciences UNIKIS,P.372.

15. NYAKABWA.,2007 : Notes de cours systématiques des angiospermes *Magnoliphysta* volume 1, pp70 – 72.
16. ONAUTSHU,O.,1996 : analyse chimique comparative de légumes feuilles de *Boerhavia diffusa* et de *Talinim triangulare* avant et après cuisson p54.
17. ONYAMBOKO,N.,1992 : analyse chimique de quelques légumes feuilles cultivés et spontanés de la région de District de la Tshopo (*Talinum triangulane*, *Cyphostema adenocaula*, *Cola brunelii* et *Peperomia pellucida*) après cuisson.
18. RASHIDI,I.,2008 : contribution à l'étude nutritionnelle et toxicologique de cinq plantes alimentaires sauvages : *Aldornea yambuyaensis*, *Adhatosia bolomboensis*, *Cyathula prostrata*, *Sida acuta* et *Deome ciliata*,p62
19. TCHATCHAMBE , W .B. ,1996 : Note de cours de Biochimie clinique, cours inédit Fac .De médecine.
20. TCHATCHAMBE,W.B, AMBWA,K et KAYISU,M.,2003 :Détermination des certaines substances Nutritives et toxiques dans quelques Légumes feuilles Consommées à Kisangani, inédit, Fac des Sciences N° 12.
21. TREMOLIERE, J, SERVILLE, Y et jacquot, R.,1975 : Manuel élémentaire d'alimentation humaine, Tome 1, 6^{ème} Edition, Paris, pp 306-313.

WEBOGRAPHIE

- ✓ [http://www.nlm.nih.gov/national library of Medicine](http://www.nlm.nih.gov/national%20library%20of%20Medicine)
- ✓ [http://high wire Stanford. ed:/](http://highwire.stanford.edu/)
- ✓ <http://mcb.harvard.edu/biolikins.html>

TABLE DES MATIERES

0. INTRODUCTION	1
0.1. PRESENTATION DU SUJET.	8
02. HYPOTHESES.....	10
03. BUT ET INTERET DU TRAVAIL.	10
0.4Travaux antérieurs	10
05. DIVISION DU TRAVAIL	11
Chapitre I. GENERALITES.	11
I.1.LES PLANTES SAUVAGES COMME RESSOURCES	11
I.1.1. Les plantes alimentaires sauvages (PAS).....	11
I.2. BREF APERÇU DE QUELQUES SUBSTANCES NUTRITIVES ET	12
INDESIRABLES CHEZ LES PLANTES ALIMENTAIRES SAUVAGES.....	12
I.3. LES MINERAUX.	14
I.4. LES SUBSTANCES TOXIQUES ET INDESIRABLES	16
Chapitre II. MATERIEL ET METHODES.....	17
2.1. MATERIEL VEGETAL.....	17
II.2. Milieu d'Etude.	17
II.3. Description des plantes analysées	17
II.3.1. <i>Piper guineensis</i> (Ketsu) K.SCHUME et THONN	17
II.3.2. <i>Crassocephalum bumbense</i> (S. MOORE) MILNE-REDH.....	18
II.4 méthodes d'analyse.....	20
II.4.1.5. Dosage de l'acide ascorbique (Vitamine C)	24
II.4.1.8. Dosage du calcium (CHARLOT, 1960)	27
II.4.1.9.Dosage de magnésium (CHARLOT, 1966).....	28
II.4.1.10. Dosage de fer (DESSART, JODOGNE et Paul 1973)	29
II.4.2. Analyse qualitative.....	30
II.4.2.1. Test qualitative d'oxalate (FEIGEL et al , 1966).....	30
II.4.2.2. Test de Cyanures (DESSART et JODOGNE, 1973).....	30
II.4.2.3. Test qualitatif pour les nitrates (FRETS & VIN ZENZ, 1966).....	31
II.4.2.4. Test qualitatif pour le nitrite (DESSART et JODOGNE, 1973).....	31
II.4.3. Analyse qualitative des groupes phytochimiques.....	33
II.4.3.1. Détection des alcaloïdes (MABIKA, 1983).....	33

II.4.3.2. Détection de Flavonoïdes (WEAST & ROBERT, 1970)	33
II.4.3.3. Détection des tanins (WEAST & ROBERT, 1970).....	34
II.4.3.4. Détection de stérols et terpènes (WEART & ROBERT, 1970).....	34
II.4.3.5. Vitamine A ou carotènes.....	34
II.4.3.6. Thiamine ou vitamine B1.....	35
II.4.3.2. Riboflavine ou vitamine B2.....	37
II.4.3.8. Pyridoxine ou Vitamine B6	38
II.4.4. Détermination du Sucre total.....	39
Chapitre troisième RESULTATS ET DISCUSSION	40
III.1. Substances nutritives analysées avant cuisson	40
III.1.1. Humidité.....	40
III.1.2. Teneur en cendres brutes	41
II.1.3. Lipides.....	43
III.1.4. Teneur en protéines brutes.....	44
III.1.4. La vitamines A.....	45
III.1.5. Teneur en vitamine B1 ou Thiamine	46
III.1.6. Teneur en vitamine B2 ou Riboflavine.....	47
III.1.7. Teneur en vitamine B6 ou Pyridoxine.....	48
III.1.8.Teneur en vitamine C (Acide ascorbique).....	49
III.2. Les MINERAUX.....	50
III.2.1. Teneur en calcium	50
III.2.2. Teneur en fer.....	51
III.2.3. Teneur en Magnésium	52
III.2.4. Teneur ne phosphore	53
III.2.5. Teneur en sucres	54
III.3. LES SUBSTANCES TOXIQUES OU INDESIRABLES ET LES GROUPES	55
III.3.1. les substances toxiques	55
III.3.2. Les groupe phytochimiques.....	55
III.4. Synthèse des résultats d'analyses effectuées	56
CONCLUSION ET SUGGESTION	58
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	59