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

Détermination de la valeur nutritionnelle des cultures alimentaires négligées ou sous-utilisées (cas de la baselle et des tubercules d'igname)

NIMUBONA, Emery

2023-05
UB
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/437

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

UNIVERSITE DU BURUNDI

FACULTE D'AGRONOMIE ET DE BIO-INGENIERIE (FABI)

DEPARTEMENT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE DES ALIMENTS

B.P. 2940 BUJUMBURA - BURUNDI

DETERMINATION DE LA VALEUR NUTRITIONNELLE DES CULTURES ALIMENTAIRES NEGLIGEES OU SOUS-UTILISEES (CAS DE LA BASELLE ET DES TUBERCULES D'IGNAME)

Par

NIMUBONA Emery

MEMOIRE

Présenté en vue d'obtenir

LE DIPLOME DE MASTER

Spécialité : Sciences et Technologie Des Aliments

Option : Technologie Post-Récolte

<u>Sous la Direction de</u> :

Pr. NZIGAMASABO Aloys : Directeur

Pr. NIJIMBERE Séverin : Co-Directeur

Bujumbura, Mai 2023

IDENTIFICATION DES MEMBRES DU JURY

Président : Dr. Ir. NIYUKURI Jonathan

Directeur : Prof. NZIGAMASABO Aloys

Co-Directeur : Pr. NIJIMBERE Séverin

Secrétaire : Msc. Ir MUVUNYI Robert

DEDICACE

A Dieu, le Tout- Puissant,

A mon regrette père,

A ma Mère,

A mes frères et ma sœur,

A mes ami(e)s et connaissances,

Je dédie ce mémoire

NIMUBONA Emery

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, nous serions d'une ingratitude injustifiable si nous ne remercions pas, en quelques lignes, toute personne qui de près ou de loin, d'une façon et d'une autre, nous a été utile dans la réalisation des différentes tâches pour l'aboutissement de ce travail.

Une place de choix revient plus particulièrement à Pr. NZIGAMASABO ALOYS, enseignant à l'Université du Burundi, Directeur de ce mémoire et à Pr. NIJIMBERE SEVERIN, Doyen de la Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie à l'Université du Burundi, Promoteur de ce mémoire pour avoir accepté d'assurer la direction malgré leurs multiples occupations. Leurs qualités scientifiques et humaines, leurs conseils, leurs franches collaborations nous ont profondément marqués au cours de ce travail.

Nous tenons aussi à remercier l'université du Burundi d`avoir soutenu ma formation académique et d'avoir financé mon travail de recherche.

A toute personne qui nous a enseigné depuis l'école primaire jusqu'ici et spécialement les professeurs du cycle de Mastère, Département des Sciences et Technologie des Aliments trouve ici le fruit de leurs efforts.

Nos sincères remerciements vont aussi à l'endroit du personnel de l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU) pour nous avoir permis d'utiliser leur laboratoire. Leurs conseils nous ont aidés à bien faire notre travail.

Que toute personne qui, de près ou de loin, a contribué à la réalisation de ce travail, soit rassuré que ce travail est considéré comme le couronnement de leurs efforts, un agréable souvenir et la marque de leur profond sens de l'humain.

Aux camarades étudiants de la FABI, du cycle de mastère particulièrement ceux du Département STA et tous nos amis pour une si grande collaboration qu'ils nous ont témoigné, nous disons un grand merci.

RESUME

La méconnaissance des cultures alimentaires négligées ou sous-utilisées localement comme les tubercules d'ignames et les feuilles de baselle par la grande majorité de la population reste un problématique au Burundi alors que ces plantes peuvent jouer un grand rôle dans la sécurité alimentaire et nutritionnelle, contribuer à la réduction de la pauvreté et constituer des opportunités de revenus pour les petits agriculteurs. Ainsi dans le but de donner une valeur ajoutée à ces cultures négligées et de lutter contre l'insécurité alimentaire au Burundi, la présente étude a été menée afin de déterminer la valeur nutritionnelle des feuilles de la baselle *(Basella alba*) et des tubercules d'ignames. Pour y parvenir des échantillons des feuilles de baselle séchées et des tubercules d'ignames ont été collectées afin de subir des analyses physicochimiques au laboratoire d'analyse des sols et des produits agroalimentaires de l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU). Les teneurs en macronutriments et en sels minéraux ont été déterminés. Les résultats d'analyses chimiques des macronutriments pour les feuilles de baselle étaient de 2,15% et 0,33% respectivement pour les protéines et la matière grasse. Pour les minéraux, les résultats étaient de 11644mg/kg, 7730mg/kg, 58591mg/kg, 3783mg/kg, 22,2mg/kg, 9,67mg/kg et 19,2mg/kg respectivement pour le phosphore, magnésium, potassium, Fer, cobalt, cuivre et zinc. Pour les tubercules d'ignames, les teneurs moyennes en macronutriments variaient de11,09±1,31% à 4,18 ±0,79%, 40,24 ±9,3 % à 60,97±34.6% et 0,68±0.14% et 0,21±0.08% pour les protéines, l'amidon et pour la matière grasse alors que les teneurs moyennes en éléments minéraux variaient respectivement de 637,66±116.7 à 1563,66±168.5mg/kg, 472 ± 122 à 91,93±30.8mg/kg, 7394,66±903.27 à 4369±331mg/kg, 35,8±13 à 16,76±2.11mg/kg, 6,58±0.5 à 15,24±8.12mg/kg et 9,41±6.5 à 4,66±2.16mg/kg pour le phosphore, magnésium, potassium, fer, cuivre et zinc dont leurs résultats. Tous ces résultats montrent que ces cultures contiennent une part importante des nutriments et leur valorisation serait un moyen durable de lutter contre l'insécurité alimentaire.

Mots clés : Burundi, Baselle, Igname, Valeur nutritionnelle

Abstract

Lack of knowledge of locally neglected or underutilized food crops such as yam tubers and baselle leaves by the vast majority of the population remains a problem in Burundi, even though these plants can play a major role in food and nutritional security, contribute to poverty reduction and create income opportunities for small farmers. Thus in order to give added value to these neglected crops and to fight against food insecurity in Burundi, this study was conducted to determine the nutritional value of basella leaves (Basella alba) and tubers of yams. To achieve this, samples of dried basel leaves and yam tubers were collected in order to undergo physicochemical analyzes at the soil and food analysis laboratory of the Institute of Agronomic Sciences of Burundi (ISABU). The contents of macronutrients and mineral salts were determined. The macronutrient chemical analysis results for basella leaves were 2,25% and 0,33% for protein and fat, respectively. For minerals, the results were 11644mg/kg, 7730mg/kg, 58591mg/kg, 3783mg/kg, 22.2mg/kg, 9.67mg/kg and 19.2mg/kg respectively for phosphorus, magnesium, potassium, Iron, cobalt, copper and zinc. For yam tubers, mean macronutrient contents ranged from 11.09±1.31% to 4.18±0.79%, 40.24±9.3% to 60.97±34.6% and 0.68 ±0.14% and 0.21±0.08% for proteins, starch and fat, while the average contents of mineral elements varied respectively from 637.66±116.7 to 1563.66±168.5mg/kg, 472 ± 122 at 91.93±30.8mg/kg, 7394.66±903.27 at 4369±331mg/kg, 35.8±13 at 16.76±2.11mg/kg, 6.58±0.5 at 15.24±8.12mg /kg and 9.41±6.5 to 4.66±2.16mg/kg for phosphorus, magnesium, potassium, iron, copper and zinc including their results. All these results show that these crops contain an important part of the nutrients and their valorization would be a sustainable way to fight against food insecurity.

Keywords: Burundi, Baselle, Yam, Nutritional value

TABLE DES MATIERES

IDENTIFICATION DES MEMBRES DU JURY I
DEDICACE II
REMERCIEMENTS III
RESUME IV
ABSTRACT V
TABLE DES MATIERES VI
LISTE DES TABLEAUX VIII
LISTE DES FIGURES VIII
SIGLES ET ABREVIATIONS IX
AVANT-PROPOS X
INTRODUCTION GENERALE 1
I^{ERE} PARTIE : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE 3
CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA NUTRITION ET L'ALIMENTATION 3
I.1. Définition de l'aliment 3
I.2. Qualité nutritionnelle 3
I.2.1. Macronutriments 3
I.2.2. MICRONUTRIMENTS 5
CHAPITRE II : GENERALITES SUR LES RESSOURCES ALIMENTAIRES LOCALES 6
II.1. Introduction 6
II.2. Généralités sur la Baselle (*Basella alba L*) 7
II.2.1. Introduction 7
II.2.2. Origine de la Baselle 8
II.2.3. Description botanique 8
II.2.4. Répartition géographique : 9
II.2.5. Utilité de la Baselle (*Basella alba)* 9
II.3. Généralités sur l'igname 10
II.3.1. Définition de l'Igname 10
II.3.2. Production mondiale d'igname 11

II.3.3. Classification de l'igname 11
II.3.4. Importance socioculturelle de l'igname 12
II.3.5. Importance de l'igname dans la sécurité alimentaire 12
II.3.6. Utilisations des ignames 13
II^{EME} PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE 15
CHAP III : MATERIEL ET METHODES 15
III.1. Cadre d'étude 15
III.2. Matériel d'étude 15
III.2.1. Matériel végétal 15
III.2.2. Matériel de laboratoire 16
III.3. Méthodes d'analyse Physico-chimiques 17
III.3.1. Détermination de la teneur en humidité 17
III.3.2. Détermination de la Teneur en cendre 18
III.3.3. Détermination de la teneur en matières grasses 19
III.3.4. Détermination des éléments minéraux 19
Les minéraux ont été déterminés par Spectrométrie d'Absorption Atomique (AOA,2019). 19
III.3.5. Détermination du phosphore 20
III.3.6. Détermination de la teneur en protéines 21
III.3.7. Détermination de la teneur en Amidon 22
III.4. Analyse des données 23
CHAPITRE IV : PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS 24
IV.1. RÉSULTATS ET DISCUSSION DES ANALYSES DES FEUILLES DE LA BASELLE (*BASELLA ALBA L.*) 24
IV. 2. Résultats et Discussion des analyses des tubercules d'ignames (Frais et cuit) 27
IV.2.1. Teneur en Macronutriments (protéines, Amidon et Matière grasse) 27
IV.2.2. Teneurs en Matière sèche et en cendres totales 29
IV.2.3.Teneurs en éléments minéraux. 31
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 35
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE 36

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les besoins de quelques éléments minéraux 5

Tableau 2 : Le matériel de laboratoire 16

Tableau 3 : Résultats des analyses des Feuilles de la baselle en Macronutriments(%MF)……...27

Tableau 4 : Teneur moyenne en macronutriments des tubercules d'ignames analysée 29

Tableau 5 : Les teneurs moyenne en Matière sèche et en cendres totales contenues dans les tubercules d'ignames. 30

Le tableau 6 : La teneur moyenne en éléments minéraux des tubercules d'igname étudiés. 34

LISTE DES FIGURES

Figure 1:*Basella alba* (séchée)..... 9

Figure 2 : Tubercule d'igname de Bujumbura

Figure 3 :Tubercule d'igname de Gitega 10

Figure 4 : Résultats des analyses des Feuilles de la baselle en Micronutriments... **Erreur ! Signet non défini.**

SIGLES ET ABREVIATIONS

% : Pourcentage

°C : degré celecius

AOAC: : Association of official analytical chemical

Ca : Calcium

Cu : Cuivre

et al. : et ses collaborateurs

FABI : Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie

FAO : Food and Agriculture Organization

Fe :Fer

ISABU : Institut des Sciences Agronomiques du Burundi

K :Potassium

Kg :Kilogramme

Mg :magnésium

mg :milligramme

MG :Matières Grasse

Mn :manganèse

MS : Matières sèche

OMS :Organisation Mondiale de la sante

P :Phosphore

SAA : Spectrophotométrie d'Absorption Atomique

STA : Sciences et Technologie des Aliments

Zn :Zinc

AVANT-PROPOS

Le présent mémoire entre dans le cadre de l'obtention d'un diplôme de master en Sciences et Technologies des Aliments, option de Technologie Post-Récolte. L'idée de cette étude est venue du fait que les cultures alimentaires négligées ou sous-utilisées localement comme les tubercules d'ignames et les feuilles de baselle sont largement consommé au Burundi mais qu'il semble être méconnaissant ou y avoir peu ou pas d'informations sur leur composition nutritionnelle.

La présente étude vise à déterminer les éléments nutritifs dans ces deux plantes végétales et à analyser comparativement la composition nutritionnelle de ces deux plantes végétales avec d'autres plantes de même famille.

C'est pourquoi le sujet est intitulé « **DETERMINATION DE LA VALEUR NUTRITIONNELLE DES CULTURES ALIMENTAIRES NEGLIGES OU SOUS-UTILISEES (CAS DE LA BASELLE ET DES TUBERCULES D'IGNAME)**. »

Des difficultés n'ont pas manqué au cours de cette étude surtout ceux liés aux moyens financiers qui étaient insuffisants, le manque du matériel de laboratoire spécialisé pour la détermination d'autres éléments tels que les teneurs en vitamines. Les teneurs en vitamines n'ont pas été déterminées.

INTRODUCTION GENERALE

La sous-alimentation et la malnutrition constituent un problème de santé publique dans les pays en voie de développement (Ibrahim et al. 2014). Cela est dû à l'apport en quantité d'aliments insuffisants ne pouvant couvrir les besoins alimentaires quotidiens mais aussi les excès en nutriments.

Face à cette situation, il a été suggéré que la diversité des plantes alimentaires dont regorgent les pays africains soit une source de solutions (Chauvet, 2003). Malheureusement, on remarque qu'une grande part de cette ressource est sous-exploitée, voire négligée (Padulosi et Hoeschle-Zeledon, 2004).

Le Burundi est l'un des pays en voie de développement qui connait des crises liées à l'insuffisance alimentaire. Malgré la diversité des produits alimentaires que regorge le pays, la qualité de ces produits reste méconnue par la grande majorité de la population. En effet, le Burundais vit essentiellement de l'agriculture (ISTEEBU, 2006). Cependant, cette dernière n'arrive pas à satisfaire les besoins de la population. Les faibles revenus pourraient s'expliquer par les ressources alimentaires peu exploitées ou plutôt négligées et l'ignorance de la population.

Les cultures négligées ou sous utilisées présentent un potentiel considérable pour accroître la production alimentaire, assurer la sécurité alimentaire des populations, assurer la couverture des besoins en soins de santé, et contribuer à l'effort de réduction de la pauvreté (Kahane et al., 2013 ; Mayes et al., 2012). La recherche agronomique est généralement basée sur un petit nombre de cultures dites majeures (riz, blé, maïs, manioc) qui constituent de plus en plus la base de la sécurité alimentaire mondiale (ISABU,2012).

Parmi les cultures alimentaires négligés ou sous utilises, les légumes feuilles et les tubercules ont été citées au cours de notre recherche. Il est donc opportun de trouver des formes de valorisation de ces cultures alimentaires négligées et sous utilisées en Afrique en général et au Burundi en particulier. C'est dans cette optique que s'inscrit l'objectif global de notre étude de la **détermination de la valeur nutritionnelle des cultures alimentaires négligés ou sous-utilisées (cas de la baselle et des tubercules d'igname)**.

De façon spécifique, il s'agit de :

- Déterminer les éléments nutritifs dans ces deux plantes végétales.
- Analyser comparativement la composition nutritionnelle de ces deux plantes végétales avec d'autres plantes de même famille.

Hypothèses de recherche

Comme la baselle et les tubercules d'igname sont des plantes végétales comestibles alors qu'elles sont négligées et sous utilisées dans les habitudes alimentaires ; nos hypothèses sont formulées de la suivante :

- Les feuilles de baselle et les tubercules d'igname contiennent des nutriments tels que les protéines, lipides, minéraux, etc. à des proportions différentes.
- Les cultures alimentaires négligées ou sous utilises (feuilles de baselle et tubercules d'igname) ont une valeur nutritive comparable aux autres cultures alimentaires de même famille et pourraient contribuer aussi à l'équilibre alimentaire.

La présente étude s'articule autour de deux grandes parties qui sont :

- La revue bibliographique,
- Etude expérimentale qui englobe le matériel et méthodes utilisés, présentations et discussions des résultats

En fin la conclusion et les Recommandations

I^ERE PARTIE : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA NUTRITION ET L'ALIMENTATION

I.1. Définition de l'aliment

Un aliment est un produit d'origine végétale ou animale, dans son état naturel frais ou conservé, ou de tout produit dérivé de sa transformation industrielle, destinée à la consommation humaine. Les boissons et le chewing-gum font partis de ces aliments, par contre le tabac ainsi que les substances utilisées uniquement comme médicaments en sont exclus (FAO, 1989).

I.2. Qualité nutritionnelle

La qualité nutritionnelle, c'est la capacité d'un aliment à apporter un nombre de nutriments nécessaires à l'organisme. Autrement dit c'est l'aptitude à bien nourrir (INRA, 1996). Un nutriment est donc un élément simple et absorbable de la ration alimentaire qui va servir à couvrir les besoins nutritionnels (Adrian et al, 1995).

Du point de vue nutritionnel, la qualité d'un aliment se ramène sur sa composition chimique (protéines, glucides, lipides, vitamines, sels minéraux, etc…). L'énergie et les nutriments doivent être apportés en quantité et en qualité suffisantes pour répondre aux besoins de l'organisme (métabolisme). Le traitement thermique et technologique modifie énormément la qualité nutritionnelle d'un aliment (Raveloson, 2003).

I.2.1. Macronutriments

Ils sont constitués de nutriments énergétiques (glucides et lipides) et de nutriments plastiques ou constructeurs (protéines) contribuant à la croissance de l'Homme et à la production d'énergie.

I.2.1.1. Glucides

Les glucides sont des composés organiques dont les principaux éléments constitutifs sont le carbone, l'hydrogène et l'oxygène. Aussi appelés hydrates de carbone, ils ont pour formule générale CnH2nOn (Adrian et al, 1995).

Les glucides comprennent les sucres simples ou oses constitués d'une seule molécule (fructose, glucose,) directement absorbée et assimilée par l'organisme et les sucres complexes appelés osides

ou polysaccharides (maltose, lactose, amidon, fibres,) formés de deux molécules ou de plusieurs unités d'oses (Berni et Paupe, 1963). Les glucides se trouvent dans beaucoup d'aliments tels que : le riz, les Cycas et les produits laitiers… Les besoins quotidiens en glucides varient selon l'âge : 350 g à 380 g pour les enfants, 430g à 490g pour les adultes et 350g pour les personnes âgées (Apfelbaum et al, 1995).

I.2.1.2. Protides

Les protéines sont des molécules sous forme d'aminoacides reliés entre eux de façon linéaire par des liaisons peptidiques dont la formule générale est (-CO-NH-), (Dupin et al,1992). L'hydrolyse des protéines donne des acides aminés dont certains sont dits indispensables car l'organisme ne peut pas les synthétiser. Il s'agit de : la valine, la leucine, l'isoleucine, la méthionine, la lysine, le tryptophane, la phénylalanine et la thréonine.

L'arginine et l'histidine s'ajoutent pour les nourrissons et l'enfant. Les protéines se trouvent dans le lait, les œufs, la viande, le poisson, mais aussi dans les légumes et les graines de légumineuses.

Les besoins en protéines sont compris entre 10 et 20% de l'apport énergétique total(AET) du régime alimentaire chez un individu. Chez l'adulte cet apport est estimé à 0,66g/kg/j. Toutefois, un apport de 0,83 g/kg/j lui est recommandé. Pour les enfants, cet apport est évalué à 20g par jour (Dillon, 2000).

I.2.1.3. Lipides

Comme les glucides, les lipides sont constitués de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. Les lipides sont sources d'acides gras et de vitamines liposolubles (FAO/OMS, 1996). Les acides gras sont les constituants majeurs des différentes classes de lipides (ANSES, 2011).

Entre autres, les acides gras essentiels dont l'acide linoléique (2% de l'AET) et l'acide alpha-linolénique (0,8% de l'AET). L'ensemble de tous les lipides représente 30 à 35% de l'apport énergétique total de l'adulte.

Les lipides alimentaires se trouvent dans les graines oléagineuses des végétaux (soja, arachides, noix de coco…), dans les beurres, dans les tissus adipeux de réserve et de poisson gras (Apfelbaum et al, 1995).

I.2.2. Micronutriments

I.2.2.1. Éléments minéraux

Les éléments minéraux sont des substances minérales pouvant aussi être présentes dans l'alimentation. Ils sont essentiels car ils interviennent dans nombreuses réactions de l'organisme à savoir : le contrôle de l'équilibre hydrique et du système nerveux, la coagulation du sang et la formation des os et des dents, mais ils interviennent aussi dans nombreuses autres réactions du métabolisme (Dupin et al, 1992).

On distingue deux catégories de sels minéraux : les macroéléments ou minéraux majeurs (Ca, P, K, Cl, Na, Mg) et les oligoéléments (Fe, Zn, Cu, Mn, I, Mo, etc.).

Tableau 1 : Les besoins de quelques éléments minéraux

Eléments Minéraux	Calcium (Ca)	Phosphore (P)	Magnésium (Mg)	Fer(Fe)	Zinc (Zn)	Iode(I)	Sélénium (Se)
Hommes	900mg	750mg	420mg	9mg	12mg	150µg	60 µg
Femmes	900mg	750mg	360mg	16mg	10mg	150 µg	50 µg

(Source : SCHLIENGER, 2014)

I.2.2.2. Vitamines

Les vitamines sont des substances organiques sans valeur énergétique propre qui sont nécessaires à l'organisme et que l'homme ne peut synthétiser en quantité suffisante. Elles doivent être fournies par l'alimentation (Collège des Enseignants de Nutrition, 2011).

CHAPITRE II : GENERALITES SUR LES RESSOURCES ALIMENTAIRES LOCALES

II.1. Introduction

Ce sont entre autres, les légumes feuilles, les fruits traditionnels, les racines et tubercules, les céréales et les produits animaux (poissons, viandes et insectes) comestibles. Ces ressources alimentaires locales représentent des sources de protéines de haute qualité, de lipides, de glucides et tout autre nutriment (Mitchikpe, 2007). Elles contribuent à la nutrition des ménages, en particulier pendant les périodes de soudure, dans les périodes de vulnérabilité due au climat et dans les cas de carences alimentaires imputables à d'autres événements cycliques (Kehlenbeck et al., 2013).

Cependant, malgré leur importance dans la diversification du régime alimentaire (Johns and Eyzaguirre, 2006 ; Johnson et al., 2013) leur rôle dans la sécurité alimentaire et nutritionnelle est encore mal connu.

Parmi les cultures alimentaires négligées ou sous -utilisées, on peut citer :

- La baselle ou *Basella alba* (Inderama en Kirundi)
- Les ignames (les tubercules d'ignames).

II.2. Généralités sur la Baselle (*Basella alba L*)

II.2.1. Introduction

Les légumes feuilles (sauvages comme cultivés) sont des aliments de haute valeur nutritive. Ils constituent des sources précieuses de vitamines tels que le carotène, la riboflavine, la thiamine et l'acide ascorbique (Busson, 1965 ; Waithaka et Chewya 1991).

Par exemple les feuilles de Manihotesculenta, Moringaoleifera et de Vignaunguiculata sont de meilleures sources de vitamine C.Selon Okigbo (1990) l'insuffisance des légumes feuilles dans l'alimentation des populations des zones de savane sèche est l'une des causes de déficit en vitamine A chez celles-ci.

De nombreux minéraux nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme peuvent être apportés par les légumes feuilles. Les minéraux les plus importants retrouvés dans les légumes feuilles sont le calcium, le fer et le phosphore. En effet 100g de feuilles de Moringaoleifera fournit journellement 4 à 7 mg de fer suffisant pour un enfant et constitue un apport non négligeable pour un adulte (Diouf et al., 1999).

Certains légumes feuilles sont relativement riches en protéines. Les feuilles de baobab (Adansoniadigitata L.) par exemple renferment 12,5% de protéines ; les feuilles séchées de Amaranthushybridus L.,Gynandropsisgynandra L., ManihotesculentusCrantz et Vignaunguiculata (L.) Walp contiennent respectivement 28,3% ; 16,6% ; 36,8% et 30,6% de protéines (Maundu et al., 1999). Ces légumes apportent les protéines nécessaires aux populations surtout aux femmes enceintes ou nourrices et aux enfants en période de croissance.

Les légumes feuilles renferment aussi en quantité importante de l'amidon et des polymères de glucose et constituent de bonnes sources énergétiques. Ils sont particulièrement riches en carbohydrates et en fibres qui ont un effet laxatif doux (Davidson et Passmore, 1972).

Les feuilles sèches de Celosia argentea possèdent par exemple 48,3% de glucides. Les légumes feuilles contiennent très peu de lipides. Toutefois l'alimentation végétale à base des légumes feuilles apporte à l'organisme la quantité indispensable de lipides qu'il faut. Les lipides jouent un rôle essentiel dans la constitution des membranes cellulaires. On observe une faible teneur soit

4,0% et 5,8% de lipides respectivement dans les feuilles de Amaranthus hybridus L. et Celosia argentea L. (Grubben, 1975).

Une forte teneur en eau caractérise les légumes feuilles. Corchorusolitorius, Amaranthus cruentus, Celosiaargentea, Solanumaethipicum, *Basella alba* et Talinumtriangulare par exemple renferment respectivement 26,4% ; 20,0% ; 13,8% ; 13,5% ; 9,9% et 9,9% de matière sèche (Grubben, 1971).

Les diverses composantes biochimiques à savoir les protéines bien équilibrés, les lipides riches en acides gras polyinsaturés, les glucides riches en fibres et les nombreuses vitamines favorisent les effets positifs des légumes feuilles sur l'organisme.

II.2.2. Origine de la Baselle

Basella alba appartient à la famille des Basellaceae.B. alba est un légume à croissance rapide, originaire de Asie tropicale (Inde ou Indonésie) et extrêmement tolère la chaleur (Grubben et Denton, 2004). Il est communément appelé Malabar, Ceylan, EastIndian, Surinam et épinards chinois (Facciola,1990). C'est une plante vivace à croissance rapide mais c'est parfois cultivé comme annuelle pour la maison jardins et comme culture commerciale. C'est facile plante en croissance propagée par graines, racine ou longue boutures de pointe. B. alba est couramment cultivé pour ses feuilles et jeunes pousses riches en Vitamine A, B9, C, fer et calcium (Grubben et Denton, 2004). En raison de sa nature mucilagineuse nature des feuilles et des tiges, le jus des feuilles a été prescrit contre la constipation surtout pour les enfants et les femmes enceintes (Duke et Ayensu, 1985).

Ses feuilles épaisses, semi-succulentes, en forme de cœur ont une légère saveur et texture mucilagineuse. Du quotidien la consommation d'épinards indiens a été démontrée fournir de la vitamine A, en particulier dans les populations à haut risque de carence en vitamine A (Haskell et al., 2004).

II.2.3. Description botanique

Herbe vivace, glabre. Tige grêle peu ramifiée, atteignant plusieurs mètres de haut, présence d'entre-nœuds. Les feuilles, alternes, sessiles ou pétiolées ; limbe peu charnu, entier, typiquement cordé, apiculé-aigu, mais parfois obtus et même suborbiculaire ou ovale, les feuilles supérieures

plus petites, sont généralement simples, ovales et charnues, sans stipules, et ont des marges généralement entières.

Epis axillaires, mais ordinairement plus courts. Fleurs ± 20 par épi, formant en bouton, un cône dense, puis séparées, les inférieures d'abord par des entre-nœuds ; perigone blanc, ovoïdes. Fruit est une drupe alliée ou non, souvent enfermée dans un périanthe accrescent, subsphérique, rouge violacé ou noir (Hauman, 1951). La graine à tégument brun et albumen abondant farineux et un embryon tordu ou en forme d'anneau. Elles sont disposées en grappes ou en épis à 'aisselle des feuilles.

II.2.4. Répartition géographique :

Les Basellaceae sont une famille principalement tropicale, répandue en Amérique tropicale, en Afrique, à Madagascar, le sud de l'Inde et en peu au Burundi.



Figure 1:*Basella alba* (séchée)

II.2.5. Utilité de la Baselle (*Basella alba)*

Le jus des feuilles est appliqué à la surface pour traiter les furoncles et le jus rouge des fruits est utilisé comme collyre pour soigner la conjonctivite.

- Les racines et les feuilles sont utilisées pour l'élimination des douleurs d'estomac et l'augmentation de la production du lait maternel.
- Les feuilles sont utilisées pour soigner la constipation, l'urticaire et la gonorrhée ainsi que les troubles intestinaux et les maux de tête. Aussi, elles sont utilisées pour le traitement d'hypertension au Nigeria et de paludisme au Cameroun (Anandarajagopal et al.,2011)

- Au Burundi, cette plante est utilisée notamment pour faciliter le déroulement normal de l'accouchement (Nzigidahera,2007).
- Au Burundi, les feuilles de *Basella alba* sont consommées comme légumes.
- Ainsi, les jeunes feuilles sont utilisées comme laxatif, pour traiter la dysenterie, l'anémie chez les femmes, la toux, le rhume et les infections liées au froid et le catarrhe.
- En plus de ces vertus thérapeutiques, la plante possède aussi des qualités culinaires dont les qualités mucilagineuses qui en font un excellent agent épaississant dans les soupes, les ragoûts, etc. La sève violacée de ses fruits est utilisée comme colorant dans les pâtisseries et les sucreries (Ramu G,2011).

II.3. Généralités sur l'igname

II.3.1. Définition de l'Igname

Le terme « igname » en français « Igisunzu » en Kirundi ou encore « Yam » en anglais vient de la racine africaine « nyam » qui signifie « manger » (Jeannoda et al.,2004). C'est un nom générique s'appliquant à plusieurs plantes appartenant au genre Dioscorea qui comporte plus de 600 espèces dans le monde (Asiedu , 1991).

Elles se développent dans des milieux écologiques très divers : régions savanicoles ou forestières, zones d'altitude, milieux tempérés (Hamon P., et al 1997).



Figure 2 : Tubercule d'igname de Bujumbura



Figure 3 : Tubercule d'igname de Gitega

II.3.2. Production mondiale d'igname

Au plan mondial, les ignames sont une culture importante. La récolte annuelle est d'environ 40 millions de tonnes sur 4 millions d'hectares répartis dans 56 pays. Cette culture a néanmoins régressé devant celle du manioc (maniota, kassav, kassava...), plus facile à cultiver selon les variétés, les sols…. D'après les données statistiques de la FAO en 2006, la production mondiale de l'igname atteint 39 567 712 de tonnes en 2005 dont 65 % de cette production est produite par le Nigeria.

L'Afrique occidentale, les Caraïbes et l'Asie du Sud Est constituent les trois grandes zones du monde qui cultivent l'igname de façon extensive (Asiedu.,1991) ; la production mondiale d'igname atteignait 34 millions de tonnes par an dont 95% sont procurés par l'Afrique occidentale (AFNOR.,1993).

Selon l'ordre de production de façon croissante dans cette zone, le Nigeria tient en premier avec une production de 25 millions de tonnes, suivi par la Cote d'Ivoire avec une production annuelle 3 millions de tonnes, le Ghana 2,5 millions de tonnes, le Bénin 1,5 millions de tonnes et le Togo 700.000 tonnes (Asiedu ,1991).

Les tubercules d'igname constituent la nourriture de millions de personnes vivants dans la zone intertropicale, où ils représentent 12% de leur alimentation de base (COURSEY ,1972)

II.3.3. Classification de l'igname

L'igname appartient à l'ordre des Dioscoréales, à la famille des Dioscoréacées et au genre Dioscorea. Ce genre est composé de plusieurs espèces, chacune comportant plusieurs variétés. Bien que classées parmi les monocotylédones (Chadefaud et Emberger, 1960), les espèces du genre Dioscorea présentent une situation intermédiaire entre mono et dicotylédones (Degras et al., 1977 ; Miège, 1952).

La famille des Dioscoréacées comporte deux genres hermaphrodites (Stenomeris et Avetra) et trois genres dioïques (Tallus, Rajania et Dioscorea) dont seuls les deux derniers donnent des tubercules comestibles. En effet il existe des ignames domestiques (de consommation) qui sont cultivées par l'homme et des ignames sauvages qui poussent dans la brousse. Le genre Rajania est limité aux

Antilles ou l'espèce Rajania cordata est parfois consommée (Degras, 1980). Le genre Dioscorea qui représente la quasi-totalité des ignames comestibles regroupe plus de 600 espèces réparties en une cinquantaine d'espèces surtout distribuées dans les régions intertropicales (Coursey, 1967 ; Degras et al., 1977).

II.3.4. Importance socioculturelle de l'igname

L'igname constitue un aliment séculaire aussi bien en Afrique qu'en Océanie où sa culture et son utilisation font partie intégrante des savoir-faire ancestraux et rituels. Elle constituait en Afrique la principale base alimentaire de la population avant l'introduction aux XVI et XVII siècles du manioc et du maïs, puis les importations récentes du riz et du blé.

L'igname intervient également dans la médecine traditionnelle pour ses vertus et dans certains cas de régimes alimentaires (Liu et al. 1995 ; Araghiniknam et al. 1996).

Importance nutritionnelle de l'igname

- ✓ Excellente source de fibres ;
- ✓ Pouvoir antioxydant ;
- ✓ Teneur intéressante en vitamines et minéraux ;
- ✓ Contribue à réguler les taux de lipides ;
- ✓ Favorise le transit et la santé cardiovasculaire.

II.3.5. Importance de l'igname dans la sécurité alimentaire

L'igname est une plante à tubercules de la zone tropicale qui constitue la base de l'alimentation de plus de 300 millions de personnes à travers le monde. Elle constitue une source importante d'énergie pour les populations consommatrices (FAO, 2008).

Pour l'ensemble de l'Afrique subsaharienne, la consommation par habitant a plus que doublé entre 1983 et 1996 (FA0, 2001). La consommation de l'igname tend à déborder les zones traditionnelles de production que sont les zones rurales (Dansi et al. 2003). Elle contribue à la diversification de l'alimentation.

II.3.6. Utilisations des ignames

a. Utilisations alimentaires

Dans le monde surtout dans les pays en voie de développement, les racines et tubercules sont la base de l'alimentation pour la population.

Les tubercules d'ignames sont riches en protéines par rapport aux autres tubercules et en amidon et elle est aussi source de plusieurs vitamines et minéraux (SANTE CANADA, 2010).

Elles sont d'excellentes sources de potassium avec deux fois la quantité trouvée chez la banane de taille ordinaire. L'igname est également une importante source de vitamine C, d'acide folique, de fer et de magnésium.

b. Utilisations non alimentaires

Dans les pays asiatiques, africains, et américains, la toxicité de certaines espèces est souvent exploitée à des usages pharmaceutiques (en dermatologie, gastroentérologie, gynécologie traditionnelle humaine) (Anonyme, 1986 ; Degras, 1986).

Elle est aussi utilisée pour la chasse au tigre en Himalaya, au singe en Afrique du Sud, aux oiseaux, aux poissons et divers autres animaux (DEGRAS, 1986). Cette toxicité est aussi exploitée pour la protection du riz en Malaisie et pour la fabrication des shampooings contre les poux en Inde (DEGRAS, 1986). Le grand pouvoir moussant de l'igname dû à la présence de saponine peut lui offrir une perspective d'utilisation dans l'industrie des détergents (Hollo, 1964).De plus, les tubercules d'ignames contiennent une enzyme, l'amylase, qui catalyse la dégradation des amidons en sucres pendant la maturation des tubercules (Orkwor et al., 1998).

A part son utilisation dans l'alimentation humaine, l'igname est aussi utilisée en alimentation animale (Degras, 1994). De plus, le jus d'hydrolyse de l'igname est utilisé dans la production de

levure fourragère. Ce dernier peut compléter la carence en protéines dans l'alimentation du bétail (Hollo, 1964).

II.3.7. Composition chimique des tubercules d'ignames

Les tubercules d'ignames ont des composés chimiques qui varient d'une espèce à l'autre. Pourtant, la fécule forme la majorité de sa matière sèche. Les grains d'amidon sont agglutinés dans les mucilages qui sont des composés visqueux et collants (Brooks, 1987 ; FAO, 1990). L'igname est aussi le plus riche en protéines par rapport aux autres tubercules (manioc, patate douce, pomme de terre,) (Degras, 1994 ; Attaie et al., 1998).

Cependant, elle est pauvre en acides aminés essentiels. Certaines espèces d'ignames contiennent des polyphénols, des tannins, des alcaloïdes, des saponines, de l'acide phytique et des cristaux d'oxalate de calcium qui sont des substances toxiques (Busson et al., 1965 ; Degras, 1986 ; Attaie et al., 1998).La composition chimique de l'igname est très voisine de celle de la pomme de terre, elle est constituée d'eau (50 à 80%), de glucides (90 % de la matière sèche) dont le constituant principal est l'amidon, de protéines (5 % de la matière sèche), d'éléments minéraux (1 %) et de fibres (0,5 %). L'igname est donc un aliment très énergétique, pauvre en matières grasses (Attaie et al., 1997).

II^{EME} PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAP III : MATERIEL ET METHODES

III.1. Cadre d'étude

L'analyse nutritionnelle a été réalisée au laboratoire d'analyse des sols et produits agro-alimentaires de l'Institut Agronomique du Burundi (ISABU).

III.2. Matériel d'étude

III.2.1. Matériel végétal

Dans cette étude, nous avons utilisé des tubercules d'ignames qui ont été cultivées dans de bonne condition et des feuilles de la Baselle séchée.



Tubercules d'igname de Gitega



Tubercules d'igname de Bujumbura



Feuilles de baselle séché

Préparation de l'échantillon

Des feuilles de Basella alba ont d'abord été récoltées dans les champs de la Faculté d'Agronomie et de Bio Ingénierie. Ensuite, elles ont été acheminées au laboratoire de l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU). Une partie des feuilles échantillonnées a été séchée à l'étuve réglée à 105°C puis réduites en poudre par broyage.

Des tubercules d'ignames ont été récoltées dans les champs de la Faculté d'Agronomie et de Bio Ingénierie sis à GITEGA , d'autres tubercules ont été récoltes dans les champs de Bujumbura, elles ont été acheminées au laboratoire de l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU).Tous les tubercules ont subi l'epluchage,une partie des tubercules a été subi la cuisson une autre a été séchée à l'étuve réglée à 105°C puis réduites en poudre par broyage.

III.2.2. Matériel de laboratoire

Le matériel de laboratoire utilisé dans la réalisation de notre étude est présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2 : Le matériel de laboratoire

Appareils et verre	Réactifs
➢ Distillateur ➢ Balance de précision ➢ Tube à essai ➢ Burette graduée ➢ Bécher ➢ Eprouvette graduée ➢ Etuve ➢ Bec bunsen ➢ Etc……	➢ Acide sulfurique (H2SO4) concentré ➢ Acide sulfurique 0,1 N ➢ Catalyseur de minéralisation : Sulfate de cuivre (CuSO4) et sulfate de potassium (K2SO4) dans une proportion 1/10 (P/P) ➢ Soude (NaOH) 0,1 N ➢ Soude 30% ➢ Eau distillée ➢ Hydroxyde de soude ➢ Solution d'acide borique ➢ Solution d'acide sulfurique ➢ Rouge de méthyl ➢ Solution de lanthane 0,2% dans l'eau distillée ➢ Solution-mère de KH2PO4 à 100γ/ml (43,9mg/100ml) ➢ Solution de méta vanadate d'ammonium (20ml d'eau distillée + 20ml de HNO3 concentré + 0,125mg de méta vanadate d'ammonium, ramené à 50ml avec de l'eau distillée) ➢ Solution de molybdate d'ammonium (10mg de heptamolybdate d'ammonium + 40ml

	d'eau tiède, ramené à 100ml avec de l'eau distillée ➢ Acide chlorhydrique à 25% (P/P) dans l'ED ➢ Solution d'acide chlorhydrique à 1,128% (P/V) ➢ Solution de CARREZ I : 21,9g d'acétate de zinc Zn[CH3COOH]2,2H2O et 3g d'acide acétique glacial sont dissous dans l'ED en ramenant le volume à 100ml ➢ Solution de CARREZ II : 10,6g de Ferro cyanate de potassium K4[Fe(CN)6], 3H2O dissous dans l'ED puis complétée à 100ml avec de l'ED. - Ethanol à 40% (V/V)

III.3. Méthodes d'analyse Physico-chimiques

III.3.1. Détermination de la teneur en humidité

Mode opératoire

Selon la méthode AOAC (2019), les échantillons sont pesés (PO) à l'aide d'une balance de précision de type SARTORUIS BP310S, Gottingen, West Germany.

On a pesé exactement 5g de l'échantillon dans un creuset en porcelaine après avoir taré le creuset vide et numéroté. On l'a porté dans une étuve à 105°C pendant 24h.On a ensuite sorti le creuset de l'étuve et on l'a porté au dessiccateur jusqu'à la température ambiante puis pesé encore.

Expression des résultats

La matière sèche (MS) exprimée en pourcentage (%) est donnée par la relation suivante :

MS = (P3-P1) /(P2-P1) X100

La teneur en humidité (H) exprimée en pourcentage (%) est donnée par la relation :

H (%) = 100% - M.S (%)

Où P1 : Poids de la tare (g)

P2 : poids de la tare + échantillon frais (g)

P3 : Poids de la tare + échantillon séché (g)

III.3.2. Détermination de la Teneur en cendre

Principe

Cette méthode permet la minéralisation de la matière organique par incinération dans un four à moufle où elle se fait à une température voisine de 500°C jusqu'à l'obtention de cendres blanchâtres.

Mode opératoire

On a pesé 5g de l'échantillon dans des capsules en porcelaine, qui sont mis dans le four à moufle à 500°C Pendant 24h. L'incinération est poursuivie jusqu'à l'obtention de cendres blanchâtres. Après l'incinération, la capsule contenant les cendres, une fois refroidie, est de nouveau pesée.

Expression des résultats

La teneur en cendres est exprimée en pourcent du poids de la prise d'essai par la formule suivante :C% = (P2-P1) /P.100,

On a :

C : la teneur en cendres.

P1 : le poids de la capsule vide.

P2 : le poids des cendres après incinération à 500°C en (g) +le poids de la capsule

P : le poids de la prise d'essai

III.3.3. Détermination de la teneur en matières grasses

On a pesé 10 g de l'échantillon à analyser et nous les avons portés dans une cartouche d'extraction. On a tassé sur l'échantillon avec un tampon d'ouate et la cartouche est placée dans le soxhlet. On a taré un ballon de 500 ml (M1) et on l'a rempli de 170 ml d'éther de pétrole.

On a assemblé le ballon, le Soxhlet et le réfrigérant, on les a placés dans le manteau chauffant. On a mis le manteau chauffant en service et le chauffage réglé de telle manière que 8 extractions sont réalisées par heure.

Après 6 heures d'extraction, 0n a arrêté le chauffage et on a laissé revenir à température ambiante. On a démonté l'appareil et l'éther de pétrole contenu dans le soxhlet on l'a transvasé dans le ballon. On a connecté le ballon contenant l'éther de pétrole et les matières grasses à un appareil à distiller rodé et nous avons distillé l'éther de pétrole dans un Berlin de 600 ml. On a stoppé la distillation avant l'élimination totale de l'éther de pétrole et nous avons placé le ballon à l'étuve préalablement réglée à 105°C. On a pesé le ballon après le passage au dessiccateur, toutes les 6 heures et ce, jusqu'à la masse constante (M2).

La quantité de matières grasses (M.G.) exprimée en % est donnée par la relation :

$$\text{M G} = \frac{(M2-M1)}{X} \times 100$$

M_1 : la masse du ballon avant extraction (g)

M_2 : la masse du ballon après extraction (g)

X : la masse de la prise d'essai (g)

III.3.4. Détermination des éléments minéraux

Les minéraux ont été déterminés par Spectrométrie d'Absorption Atomique (AOA,2019).

On a pesé 2g de l'échantillon dans un creuset en porcelaine. On a porté le creuset au four à 450°C pendant 24 heures. On a laissé ce creuset refroidir à température ambiante dans un dessiccateur. Après, On a versé dans le creuset 3,5 ml HNO3 par gramme de matière pesée initialement. Nous avons ensuite ajouté 10 ml d'eau distillée.

On a porté au four jusqu'à l'ébullition et après On a laissé digérer pendant 30 minutes au bain de sable. On a enlevé et filtré sur filtre Whatman n°42 sans cendres dans un jaugé de 100 ml.

On a ensuite porté le jaugé à volume avec de l'eau distillée. On a rincé plusieurs fois le filtre et le creuset avec de l'eau distillée.

On a une solution standard à 1000 ppm de Mg, K, Fe, Zn, Co, Cu, Zn et Ni On a préparé une solution de 10 ppm en pipetant 1 ml dans un jaugé de 100 ml. On l'a porté à volume avec de l'eau distillée.

On a par après, pipeté 5 ; 10 et 20 ml de la solution 10 ppm dans un jaugé de 100 ml et On a ajouté 10 ml de LaCl3 10%. On l'a porté à volume avec de l'eau distillée. On a mis à zéro l'appareil et avons procédé à l'analyse.

La concentration pour un élément minéral (ppm) est donnée par la relation suivante :

ZYV/100 X 100/X = ZYV/X

Où X : poids de l'échantillon pesé (g)

V : volume après filtration (ml)

Y : Dilution

Z : Concentration de la prise d'essai (mg/l)

III.3.5. Détermination du phosphore

Principe

Le dosage du phosphore est basé sur le principe de la formation du complexe phospho-vanado-molybdique de couleur jaune lu au calorimètre à 420nm.

Mode opératoire

On a préparé une standard 1000 ppm P à partir de dihydrogénophosphate de potassium, nous y avons ajouté 10 ml de HNO3 cc pour conservation. A partir de ce standard, nous avons préparé une standard 100 ppm P et On a Pipeté respectivement 0, 2, 5 et 10 ml de la solution à 100 ppm P

et on les a portés dans des jaugés de 100 ml. Nous avons rincé avec de l'eau distillée. Nous avons ajouté 10 ml de solution vanado-molybdique et On a porté à volume avec de l'eau distillée. On a bouché et agité (il est obtenu des standards 0, 2, 5, 10 ppm P respectivement). On a lu à 420 nm après 30 minutes minimum.

A partir des solutions mères préparées lors de la minéralisation, nous avons dilué les aliquotes dans des jaugés appropriés au moyen de pipettes. On a rincé les jaugés à l'eau distillée au moyen d'un jet de pissette. On a ajouté une quantité de la solution vanado-molybdique équivalente au 1/10 de la capacité du jaugé. On a porté à volume, bouché et agité. Après 30 minutes, On a lu au colorimètre à 420 nm. La concentration en phosphore est exprimée en ppm ou en %.

III.3.6. Détermination de la teneur en protéines

Principe

Transformation de l'azote organique en azote minéral sous forme ammoniacal (NH4)2SO2 assurée par action oxydative de l'H2SO4 concentré et à chaud en présence d'un catalyseur. L'ammoniac libéré du sulfate d'ammonium par alcalinisation et distillation est recueilli par l'acide borique contenant un indicateur et est titré par la suite par l'acide sulfurique dilué.

Sa détermination se fait par dosage d'azote contenu dans l'échantillon analysé selon la méthode de KJELDHAL

Mode opératoire

On a pesé exactement 1 g de l'échantillon et on l'a introduit dans un ballon Kjeldhal de 500 ml, On a ensuite ajouté 250 ml de H2SO4 concentré et on l'a laissé reposer pendant 15 min. On a ensuite chauffé sous hotte bien ventilé sur une lampe de chauffage jusqu'à la coloration en vert. Après chauffage, On a laissé refroidir le ballon.

On a ensuite ajouté 25 ml d'eau déminéralisée et nous avons filtré sur le filtre Whatman dans un ballon jaugé de 250 ml. On a prélevé 25 ml de solution et l'a introduit dans le distillateur.On a ajouté 25 ml de solution de NaOH 50% et On a distillé l'ammoniac par l'entraînement à la vapeur. On a distillé l'ammoniac et nous l'avons mis dans un bocal contenant 20 ml de H3BO3 2%.

Expression des résultats :

Le pourcentage d'azote (A) est donné par la relation suivante :

A= Y- Blm N.Y.f V1/(V2X) X 100 X 0.014

Où :

X : Quantité de matière pesée (g)

V1 : volume du ballon jaugé (ml)

V2 : volume de prise pour analyse (ml)

Y : volume de H2SO4 0.05N (ml)

Blm : volume moyen de H2SO4 0,05N (ml)

F : facteur correctif de H2SO4 0,05N (ml)

N : normalité de la solution H2SO4 0,05N (ml)

Le pourcentage de protéines totales est obtenu par multiplication du pourcentage de l'azote total par le facteur de conversion 6,25.

III.3.7. Détermination de la teneur en Amidon

Principe

Le principe consiste à transformer l'amidon présent en sucres réducteurs et doser ces derniers.Les teneurs en amidon ont été déterminées par la méthode de Luff-Schoorl telle que decrite par Taufik et Guntarti (2016).

Mode opératoire

On a pesé 2,5g de l'échantillon finement moulue et nous l'avons transféré dans un jaugé de250 ml ensuite nous avons ajoute 50ml d'eau distille et 3,5ml de Hcl, On a place le jaugé dans un bain-marie bouillant pendant 30min. Pendant les 3 premières minutes de ce bain, le mélange est agité

énergiquement pour éviter la formation d'agglomérats, on a refroidi puis neutralise avec Na2co3 jusqu'à fi d'effervescence (en présence de méthylorange, coloration vire de rose jaune).

On a ajouté successivement et mélangeant avant chaque ajout :

- 5 ml de la solution de carrez no1
- 5 ml de la solution de carrez no2

On a porté à 250ml bien mélanger et filtre sur filtre whatman no42. On a pipette de la solution filtrée, ajoute 15ml d'eau distille et On a déterminé la quantité des sucres réducteurs.

Expression des résultats

%S.R=mgr. Glucose(Table LUFF-School).25.100/poids d'echantillon

La teneur en amidon + Sucres réducteurs est donnée en multipliant la quantité des sucres réducteurs trouvée par 0,90.

III.4. Analyse des données

Les analyses statistiques des résultats obtenus ont été effectuées à l'aide de la statistique 20 d'IBM SPSS et de l'Excel. Une analyse de variance (ANOVA) a été effectuée, pour calculer les différences significatives au niveau des données au seuil $\alpha = 0,05$. L'ANOVA a été complétée par le test de comparaison multiple de Duncan, pour déceler les niveaux de différence et les résultats ont été exprimés sous forme de valeurs moyennes ± erreur standard (SE).

CHAPITRE IV : PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

IV.1. Résultats et Discussion des analyses des Feuilles de la baselle (*Basella alba L.*)

Les résultats de la valeur nutritive des feuilles de *Basella alba* sont présentés dans le tableau 3 et sur la fugure 5 ci-dessous.

La teneur en potassium dans l'échantillon des feuilles de *Basella alba* analysée est de (58591mg/kg), supérieure de celle des Feuilles d'amarantes (641mg/kg) (Ellinson, et al. 2004) et cette valeur est en peu similaire à celle trouvée (5972,5mg/kg) par (Nineza. et al. 2014) dans les feuilles de baselle. Les feuilles de *Basella alba* constituent donc une source importante de potassium. Etant donné que les besoins quotidiens en potassium sont de l'ordre de 3 à 4g/jour, une alimentation en feuilles de *Basella alba* contribuerait à les satisfaire et ainsi éviter les maladies liées à l'hypokaliémie (Valdiguie ,1995).

Les résultats présentés dans le tableau 3 indiquent que la teneur en protéines de la baselle analysée est de 2,15 % (MF). Comparé avec la teneur en protéines de l'épinard 2,61% (MF) trouvé par Gupta et Wagle (1988) cette valeur est un peu proche, cependant plusieurs facteurs peuvent influencés la teneur en protéines des plantes tel que la variété, le sol, le climat et le stade du cycle végétatif. Les résultats montrent que les feuilles de la baselle sont riches en proteines et leurs consommations peuvent couvrir les apports journaliers en proteines car ces derniers sont de 0,8g/kg/jours pour les femmes et 0,85g/kg/jours pour les hommes (FAO, 1995). Vu cette teneur de la *Basella alba,* il faut promouvoir leur consommation afin de contribuer à la lutte contre les carences en proteines. Les feuilles de B. alba L. ont une bonne valeur nutritionnelle, tiennent compte de la teneur en protéines et minéraux et peuvent contribuer à l'amélioration de l'état nutritionnel des populations.

Pour les teneurs en lipides, la FAO (2012) donne des valeurs moins élevées allant de 1,9 % à 7,5 %. Ouedraogo, (2006) donne des valeurs comprises entre 0,93 % et 4,1 %. Selon Southgate, (2000) et Malaise (1997), les plantes comestibles ont une teneur en lipides généralement basse et sont considérées comme des aliments pauvres en lipides. La teneur en matière grasse des feuilles de Basella alba séchée analysées était de 0,33%. Cette valeur se trouve dans la marge des teneurs trouvées par les chercheurs comme Adesina, (2017) et elle est aussi dans le marge de la FAO.

La teneur en matière grasse est inférieure à celle trouvée dans les feuilles d'amarantes (1,8%) Grubben, (2006). Donc, il est préférable de consommer les feuilles d'amarantes par rapport aux feuilles de *Basella alba*.

Bien que la teneur en magnésium de l'échantillon (7730 mg/kg) soit supérieure à celle des amarantes (550mg/kg), elle est aussi supérieure à la moyenne des autres légumes. Nos résultats sont largement supérieurs à ceux trouves par Nineza et al. (2014). Le magnésium est reconnu comme un élément activateur de plusieurs enzymes notamment les enzymes intervenant dans le métabolisme des sucres et dans les phénomènes d'excitabilité neuromusculaire avec les ions H+et Ca2+.Il intervient également dans la transmission de l'influx nerveux et dans la synthèse des protéines et des acides nucléiques. Il possède un effet protecteur et stabilisant sur les membranes Moussard (2006). Les quantités de Mg dont l'adulte a besoin se trouvent dans l'intervalle de 0,25-0,5g/ jour et chez le nourrisson 6mg/kg de son poids corporel (Valdiguie,1995). La consommation de ce légume, bonne source en ce nutriment, préviendrait les maladies carencielles comme la tétanie.

Comme les autres légumes, la teneur moyenne des feuilles de *Basella alba* en fer (3783 mg/kg), sa teneur est supérieure à la valeur moyenne des Feuilles d'amarantes (2260 mg / kg). Les besoins quotidiens en fer étant respectivement pour l'homme et la femme de 1mg /kg/j et 2mg /kg/j (Valdiguie,1995), la consommation des feuilles de Basella alba contribuerait à combler les carences en fer qui conduisent à l'anémie. Comparativement aux feuilles d'amarantes qui contiennent 2260mg/kg, donc il est préférable de consommer les feuilles de baselle.

La teneur en zinc de l'échantillon est de 19,2 mg/kg. En comparant cette valeur avec celle trouvée pour les Feuilles d'amarantes (8,8 mg/kg), les feuilles de Baselle contiennent ce métal qui est lourd par rapport aux feuilles d'amarantes. Il trouve son importance notamment dans la stimulation des défenses immunitaires, protection contre le vieillissement cellulaire, maintien de la qualité de la peau, des ongles et des cheveux…L'ANC pour le zinc est de 10 mg/j (Ocho-anin,2012). La teneur en ce minéral est suffisant pour couvrir les besoins journaliers. C'est un bon constat car ce minéral participe à la cicatrisation des plaies et à la libération de l'insuline par le pancréas (N'guessan et al.2014).

La teneur en Cobalt des feuilles de baselle était de 22,2mg/kg, ces résultats sont supérieure à ceux trouve (1,86mg/kg) par Rahmdel et al. (2018) dans son étude des Métaux lourds dans les légumes-feuilles collectés sur les sites de production : leur risque potentiel pour la santé de la population générale à Shiraz, Iran. Nos résultats sont conformes aux normes FAO/OMS. L'apport quotidien estimé du cobalt provenant des légumes-feuilles était 0,06 µg/kg de poids corporel/jour.La teneur élevée en ce nutriment peut être cause par la composition du sol.

Les teneurs en Phosphore (11644mg/kg) trouvées dans notre étude sont supérieures à celles signalées par Okouango et al.(2015) pour Spinacia oleracea (Épinard) (840mg/kg) dans son étude d'évaluation de la consommation et de la composition nutritionnelle des légumes-feuilles de Phytolacca dodecandra L'Herit consommés par les populations originaires des districts d'Owando et de Makoua. La baselle contient beaucoup de phosphore. Les signes de carence en phosphore sont la fatigue, une faiblesse musculaire, une perte d'appétit, une diminution de la minéralisation des os, des douleurs aux os, de la confusion, des fourmillements, engourdissements ainsi que des picotements. La consommation de ce légume, bonne source en ce nutriment, préviendrait ces maladies carencielles.

Tableau 3 : Résultats des analyses des Feuilles de la baselle en Macronutriments(%MF)

Éléments	Baselle
Proteines(%)	2,15%
Matières grasse(%)	0,33%

Source : Résultats des analyses

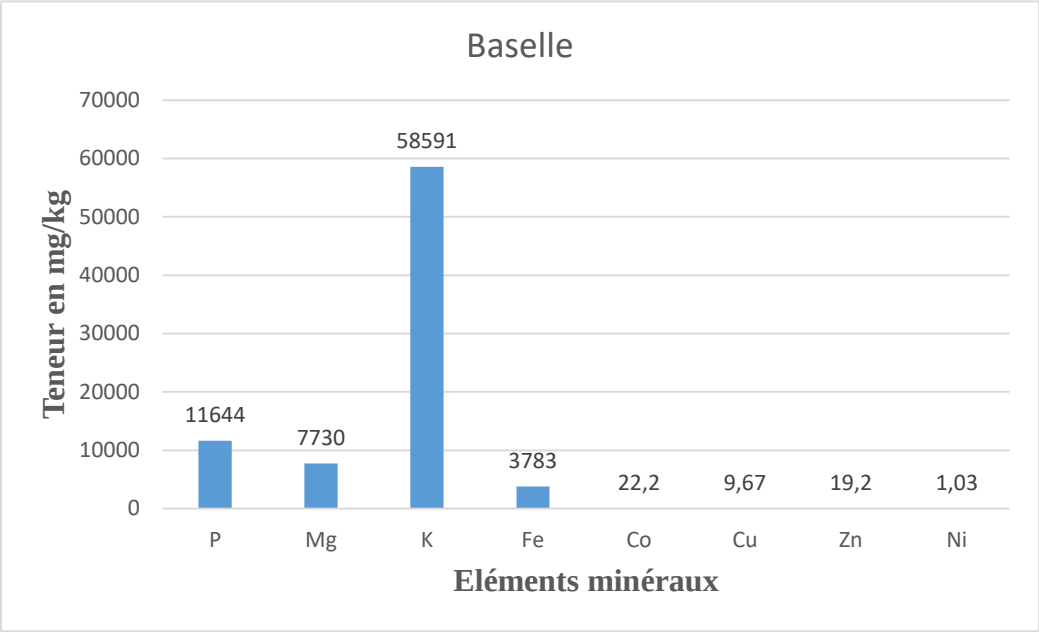


Figure 4 : Résultats des analyses des Feuilles de la baselle en Micronutriments (mg /kg MS)

IV. 2. Résultats et Discussion des analyses des tubercules d'ignames (Frais et cuit)

IV.2.1. Teneur en Macronutriments (protéines, Amidon et Matière grasse)

Les résultats sur la composition en macronutriments des tubercules d'ignames sont présentés dans le tableau 5.

Pour la teneur en proteines, le test de Duncan montre qu'il existe une différence significative ($p < 0,05$) entre les échantillons analysés d'une région à une autre. En effet, la teneur moyenne en proteines dans différents échantillons variait de 11,09±1.31% à 4,18 ±0,79%. La teneur la plus élevés a été observé dans les échantillons des tubercules d'ignames de Gitega qui sont Frais (11,09±1.31%) et cette teneur est très proche de celle trouve par Elenga et al .(2016), pendant que la teneur la moins élevé a été observé dans les échantillons des tubercules d'ignames de Bujumbura qui sont cuits (4,18 ± 0,79%).Tous ces résultats sont également similaires à ceux trouves par les chercheurs comme Jeannoda et al. (2007) et Martin et al. (1971).

Sachant que d'après les recommandations de l'OMS, les besoins en proteines pour les hommes et les femmes adultes ont été pris à 0,6g/kg/jrs(pellet,1990), pendant que chez une femme enceinte les besoins en proteines vont jusqu'à 1,52g/kg/jrs (Stephens et al.,2014). On en déduit alors que l'igname est une source de proteines.

Ces valeurs confirment que les tubercules d'igname constituent les meilleures sources des protéines par rapport aux autres tubercules couramment consommés comme le manioc : 1 ,3%, patate douce 1,7% (FAO,2001). La qualité nutritionnelle d'une protéine dépend de sa composition en acides aminés et de sa digestibilité (FAO,2011).

Concernant l'amidon, le test de Duncan montre que les teneurs en amidon ne diffèrent pas significativement ($P < 0,05$) d'un échantillon analyse d'une région à une autre et ils sont statistiquement égales. La teneur moyenne variait de 40,24 ±9,3 % à 60,97±34.6%. La teneur la plus élevé a été trouvé dans les tubercules d'ignames de Gitega qui sont frais (60,97±34.6%) pendant que la teneur la moins élevée a été trouvé dans les tubercules d'ignames de Bujumbura qui étaient cuits (40,24 ±9,3%). Ces valeurs sont inférieures à ceux trouves par (Wanasundera, J. P. D., et Ravindran, G. 1994), trouva une teneur moyenne en amidon de (75,6 à 84,3%).

Pour la teneur en matières grasses, le test de Duncan montre qu'il existe une différence significative ($P < 0,05$) entre les échantillons analysés d'une région à une autre. En effet la teneur moyenne en matières grasses dans différents échantillons variait de 0,68±0.14% et 0,21±0.08% ; la teneur la plus élevés a été observé dans les échantillons des tubercules d'ignames de Gitega qui sont Frais (0,68±0.14%) et cette valeur est légèrement supérieure à celle trouve par Ratolojanahary (2018) pendant que la teneur la moins élevé a été observé dans les échantillons des tubercules d'ignames de Bujumbura qui sont frais (0,21±0.08%) et cette valeur est proche de celle trouvée par Adjallala et al,(.2020).

Ces valeurs confirment que, les tubercules d'ignames frais ou cuits ne constituent pas de meilleurs teneur en matière grasse par rapport aux autres tubercules comme la pomme de terre de 0,2% (Ciqual, 2013). Les ignames ont une teneur en lipides faibles. En effet, les ignames ne contiennent que des lipides membranaires. Les tubercules étudiés ont des teneurs en matières grasse qui varient de 0,68±0.14% et 0,21±0.08%. Toutefois, les ignames récoltés dans la région de Gitega sont plus riches en matières grasses que ceux récoltés dans la région de Bujumbura. En effet, la composition

d'un aliment d'origine végétale varie, pour une même espèce, d'une année de culture à l'autre, d'un terrain de culture à l'autre, et du stade de maturité. La différence du type de sol et la différence de maturité au sein de la même espèce pourraient expliquer la différence de la teneur en matières grasses. L'igname est donc un aliment très énergétique, pauvre en matières grasses (ATTAIE et al., 1997)

Tableau 4 : Teneur moyenne en macronutriments des tubercules d'ignames analysée (% MS)

Echantillon	Protéine	Amidon	MG
IBC	$4,18 \pm 0,79^{b}$	$40,24 \pm 9,3^{a}$	$0,22 \pm 0,09^{b}$
IBF	$9,06 \pm 2.2^{a}$	$40,97 \pm 23.8^{a}$	$0,21 \pm 0.08^{b}$
IGC	$6,81 \pm 2.08^{ab}$	$60,74 \pm 10.5^{a}$	$0,66 \pm 0.18^{a}$
IGF	$11,09 \pm 1.31^{a}$	$60,97 \pm 34.6^{a}$	$0,68 \pm 0.14^{a}$

Les valeurs sont des moyennes ± des écarts types. Les moyennes avec le même exposant dans la même colonne ne sont pas significativement différentes ($P < 0,05$) par le test de Duncan (n=3).

Avec :

- ✓ IBC : Igname Bujumbura cuit
- ✓ IBF : Igname Bujumbura frais
- ✓ IGC: Igname gitega cuit
- ✓ IGF: Igname gitega frais

IV.2.2. Teneurs en Matière sèche et en cendres totales

Concernant la teneur en matière sèche, le test de Duncan montre que les teneurs moyenne en matière sèche ne diffèrent pas significativement ($P < 0,05$) d'un échantillon analysée d'une région à une autre et ils sont statistiquement égales.

La teneur moyenne variait de 41,56±4.48 % à 36,5±3.29%. La teneur la plus élevé a été trouvé dans les tubercules d'ignames de Gitega qui sont frais (41,56±4.48%), ces résultats sont

comparables à ceux trouve dans les racines de manioc 40% par Kawano et al. (1987), pendant que la teneur la moins élevée a été trouvé dans les tubercules d'ignames de Bujumbura qui étaient cuits (36,5±3, 29%).ces résultats sont supérieurs à ceux trouves par le chercheur comme Behera et al. (2009) .Comparablement à la matière sèche se trouva dans la patate douce (26,8 à 39,4 %) Tomlins et al. (2012), il a été remarqué que les tubercules d'ignames cuits ont une matière sèche supérieure à celle des patates douces.

La teneur en cendres met en évidence la richesse minérale de l'igname (DEGRAS, 1986). Selon le tableau, le test de Duncan montre que les teneurs moyennes en cendres totales ne diffèrent pas significativement ($P < 0,05$) d'un échantillon analysé d'une région à une autre et elles sont statistiquement égales. Les teneurs moyennes en cendres totales variaient de 7,98±4.94% à 2,92 ± 0,81%. Ces résultats sont supérieurs à ceux trouves par Tchiègang et al. (2009).

La teneur la plus élevé a été trouvé dans les tubercules d'ignames de Gitega qui étaient cuit (7,98±4.94%) pendant que la teneur la moins élevée a été trouvé dans les tubercules d'ignames de Bujumbura et il était cuits (2,92 ± 0,81%). . Par ailleurs on note que le taux de cendre dépend de la variété de la plante, de la nature du sol et de l'ensoleillement

Tableau 5 : Les teneurs moyennes en Matière sèche et en cendres totales des les tubercules d'igname. (% MS)

Echantillon	**MS%**	**CT%**
IBC	$37,6 \pm 6,97^a$	$2,92 \pm 0,81^a$
IBF	$36,5\pm3.29^a$	$2,98\pm0.14^a$
IGC	40 ± 4.9^a	$7,98\pm4.9^a$
IGF	$41,56\pm4.48^a$	$4,39\pm0.49^a$

Les valeurs sont des moyennes ± des écarts types. Les moyennes avec le même exposant dans la même colonne ne sont pas significativement différentes ($P < 0,05$) par le test de Duncan (n=3).

Avec :

- ✓ IBC : Igname Bujumbura cuit

- ✓ IBF : Igname Bujumbura frais
- ✓ IGC: Igname Gitega cuit
- ✓ IGF: Igname Gitega frais

IV.2.3.Teneurs en éléments minéraux.

Au cours de cette étude, les échantillons des tubercules des ignames ont été soumis à une analyse de la composition minérale dont il a déterminé la teneur en P, Mg, K, Fe, Co, Cu et Zn . Les teneurs en éléments minéraux des tubercules d'ignames récoltés dans deux régions différentes les uns ne sont pas identiques.

En effet, le changement de la composition minérale et de l'aération du sol, ainsi que de la température entraînent une variation de la teneur en éléments minéraux des plantes (Deysson g.1981).

IV.2.3.1. Teneurs en phosphore

Comme le tableau le montre, les moyennes des teneurs en phosphore sont significativement différentes ($P < 0,05$) d'une région à une autre. En effet, les échantillons analyses ont des teneurs moyennes en phosphore comprises entre 637,66±116.7mg/kg et 1563,66±168.5mg/kg. Ces résultats sont comparables à ceux trouves par Akin-Idowu et al. (2009), qui trouva une teneur moyenne en phosphore pour les tubercules d'ignames de 1331,3mg/kg .la plus forte teneur en ce minéral s'est observé pour les tubercules en provenance de Bujumbura qui sont frais (1563,66±168.5mg/kg), pendant que la plus faible teneur en ce minéral s'est observé dans les tubercules d'ignames en provenance de Gitega qui sont cuits(637,66±116.7mg/kg). On sait que les apports nutritionnels conseilles pour les adultes en phosphore est de 800 mg/jr, donc les tubercules d'ignames sont une source de phosphore.

IV.2.3.2. Teneurs en magnésium

Les résultats de la composition minérale en magnésium des tubercules d'ignames sont résumés dans le tableau. Pour la teneur en Magnésium, il existe une différence significative ($P < 0,05$) entre les échantillons selon une localité de provenance. En effet, les échantillons analyses ont des teneurs

en magnésium comprises entre 472 ± 122mg/kg et 91,93±30.8mg/kg. Ces résultats sont comparables à ceux trouves par Wu et al. (2016).

La teneur la plus élevés en magnésium a été observé dans les tubercules d'ignames de Bujumbura qui sont cuits (472 ± 122mg/kg) pendant que la faible teneur a été constaté dans les tubercules d'ignames de Gitega qui sont cuits(91,93±30,8mg/kg).

IV.2.3.3. Teneurs en potassium

Concernant le potassium, le test de Duncan montre que la teneur en moyenne des tubercules d'ignames ne sont pas significativement différentes ($P < 0,05$). En effet, les résultats du laboratoire montrent que les tubercules analyses ont des teneurs en potassium comprises entre 7394,66±903.27mg/kg et 4369±331mg/kg. De tels résultats sont supérieures à ceux qui ont été trouvés par Polycarpe et al. (2012). Durant ce travail, il a été constaté que les tubercules des ignames de Gitega qui sont cuits ont une faible teneur en potassium (4369±331mg/kg) pendant que les tubercules en provenance de Gitega qui sont frais enregistrent de forte teneur (7394,66±903.27mg/kg). Comparativement aux racines de manioc qui contiennent 271mg de potassium Salvador et al. (2014), ont constaté que les tubercules d'ignames frais contient ce minéral élevé par rapport au racine de manioc.

IV.2.3.4. Teneurs en fer

Comme le tableau 5 le montre, selon le test de Duncan, la teneur en moyenne du fer dans les tubercules d'ignames ne sont pas significativement différentes ($P < 0,05$). En effet, les résultats montrent que les tubercules ont des teneurs moyennes en Fer comprises entre 35,8±13mg/kg et 16,76±2.11mg/kg. Ces résultats sont en peu similaires à ceux trouves par les chercheurs comme Oko et Famurewa (2015).

La plus forte teneur en Fer pendant cette étude a été enregistré pour les tubercules d'ignames provenant de Bujumbura qui sont frais (35,8±13mg/kg). Une faible teneur en ce minéral s'est observée pour les tubercules d'ignames qui étaient cuits provenant de Gitega (16,76±2.11mg/kg).

IV.2.3.5. Teneurs en cuivre

Les teneurs moyennes en cuivre diffèrent significativement ($P < 0,05$) d'une région à une autre. Les résultats montrent que les teneurs en cuivre sont comprises entre 6,58±0,5mg/kg et 15,24±8.12mg/kg. Ces résultats sont similaires à ceux trouves par Baah et al. (2009) qui trouva une teneur moyenne de 12,3 à 15,7mg/kg. La teneur la moins élevée a été trouvée dans les tubercules d'ignames en provenance de Gitega qui étaient cuits (6,58±0.5mg/kg) et la plus grande teneur a été observée dans les tubercules d'ignames provenant de Bujumbura qui étaient frais (15,24±8.12mg/kg).

IV.2.3.6. Teneurs en zinc

Concernant le zinc, le test de Duncan montre que les teneurs moyennes du zinc dans les tubercules d'ignames ne sont pas significativement différentes ($P < 0,05$). Ces teneurs en zinc varient de 9,41±6.5mg/kg à 4,66±2.16mg/kg. Cependant, nos résultats diffèrent de ceux des autres auteurs. Sohore (2011) a enregistré des teneurs moyennes en zinc dans les tubercules d'ignames qui variaient de 1 à 2,4mg/kg. Les tubercules en provenance de Gitega qui étaient cuits ont affiché de faible teneur en ce minéral (4,66±2,16mg/kg) pendant que les tubercules cuits qui provenaient de Bujumbura en contenaient beaucoup (9,41±6,5mg/kg).

A la vue de ces résultats, les teneurs en minéraux des ignames sont variables. Les ignames peuvent contribuer pour une part non négligeable à satisfaire aux besoins de l'homme adulte en phosphore et, à un moindre degré, en cuivre, fer et magnésium. En comparaison des autres tubercules tropicaux, l'igname est moyenne plus riche en minéraux que le manioc, et la patate douce (FAO, 1970 ; Favier et al., 1977 ; Cresta et al., 1976; Elkins, 1979).

Par ses teneurs en phosphore, cuivre, fer et magnésium, l'igname pourrait contribuer pour une part non négligeable à combler les besoins dans les régions d'Afrique en luttant contre la malnutrition.

Le tableau 6: Les teneurs moyennes en éléments minéraux des tubercules d'igname étudiés (mg /kg MS).

Echantillon	P	Mg	K
IBC	880 ±233^{bc}	472 ± 122^{a}	4897,33 ± 1785^{a}
IBF	1563,66±168.5^{a}	456,33±0.08^{a}	6644,33±4833^{a}
IGC	637,66±116.7^{c}	91,93±30.8^{b}	4369±331^{a}
IGF	1125,66±268.18^{b}	320,33±101.01^{ab}	7394,66±903.27^{a}

La teneur moyenne en éléments minéraux des tubercules d'igname étudiés (Suite)

Echantillon	Cu	Zn	Fe
IBC	7,24±2.19^{ab}	9,41±6.5^{a}	24,13±14,1^{a}
IBF	15,24±8.12^{a}	9,36±3.68^{a}	35,8±13^{a}
IGC	6,58±0.5^{b}	4,66±2.16^{a}	16,76±2.11^{a}
IGF	8,77±1.83^{ab}	8,58±4.67^{a}	28,46±9.66^{a}

Les valeurs sont des moyennes ± des écarts types. Les moyennes avec le même exposant dans la même colonne ne sont pas significativement différentes ($P < 0,05$) par le test de Duncan (n=3).

Avec :

- ✓ IBC : Igname Bujumbura cuit
- ✓ IBF : Igname Bujumbura frais
- ✓ IGC : Igname Gitega cuit
- ✓ IGF : Igname Gitega frais

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les cultures alimentaires locales sous utilisés ont une part importante dans l'alimentation de la population. Dans cette étude, les résultats d'analyse physicochimiques ont montré que les cultures alimentaires locales sous utilisés contiennent certains nutriments comme éléments minéraux notamment le magnésium, le potassium et le phosphore pour les tubercules d'ignames et en fer, potassium, phosphore pour les feuilles de baselle. Ils contiennent également des macronutriments tels que les protéines et les glucides mais la composition en nutriments des cultures étudiées n'est pas la même. De l'autre côté, la consommation de ces aliments doit être alors accompagnée par d'autres aliments. On peut citer les légumineuses comme petit pois, les haricots, … Cette étude montre également que les cultures alimentaires négligées ou sous-utilisées localement ont une valeur nutritive qu'on ne peut pas négliger et pourraient contribuer aussi à l'amélioration de l'alimentation de la population et à la sécurité alimentaire. Les résultats d'analyse de ces paramètres nous permettent aussi de confirmer aux consommateurs et aux nutritionnistes de se servir de ces cultures qui leur sont disponibles et qui leur demanderaient peu de moyens car ils donnent tous de bons résultats.

Cependant, ce travail est loin d'être exhaustif, nous proposons comme recommandations :

- Approfondir les analyses nutritionnelles en déterminant la teneur en vitamines, en facteurs antinutritionnels ainsi que l'identification des acides aminés présents dans ces plantes ;
- Mener d'autres études sur les autres ressources alimentaires négligées ;
- Promouvoir la culture et la consommation de ces plantes.
- Renforcer les recherches vers la transformation en produits plus stables comme les farines, les chips ;
- Effectuer un enrichissement protéique par l'igname dans la ration alimentaire.
- Sensibiliser les gens à consommer les cultures négligées comme autres produits alimentaires riche en protéines et en d'autres éléments nutritifs de meilleure qualité

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

1. **Adesina, A. J., & Adefemi, S. O. (2017).** Lipid composition of Basella alba and Basella rubra leaves consumed in South-Western Nigeria: Nutritional implications. Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research, *52*(2), 125-134.
2. **Adjallala, E. S. C., acakpo, A., dahouenou-ahoussi, E., degnon, R., & kpatinvoh, B. (2020).** evaluation de la qualité nutritionnelle des produits dérivés d'igname. epac/uac
3. **AFNOR. (1993).** Recueil des normes françaises : corps gras, grains oléagineux et produit divers. Paris: AFNOR, 5eme Ed., 663p.
4. **Akin-Idowu, P. E., Asiedu, R., Maziya-Dixon, B., Odunola, A., & Uwaifo, A. (2009**). Effects of two processing methods on some nutrients and anti-nutritional factors in yellow yam (Dioscorea cayenensis). African Journal of Food Science, 3(1), 022-025.
5. **Anandarajagopal K., sudhahar D., ajaykumar T. V. and muthukumaran G., (2011) .**Evaluation of CNS Depressant Activity of Aerial Parts of Basella alba Linn. IJPI J. Pharmacol. Toxicol.,1 5
6. **Apata DF, Ologhobo ADD. (1994).** Biochemical evaluation of some Nigerian legume seeds, Food Chemistry 49:333-338.
7. **ASIEDU J. T. (1991).** La transformation des produits agricoles en Zone tropicale : Approche technologique. Paris : KARATHALA-CTA. 330p.
8. **Attaie H, Bricas N.(**1997b). La consommation alimentaire des ignames, synthèse des connaissances et enjeu pour la recherche, Actes du séminaire international - L'igname, plante séculaire et culture d'avenir - CIRAD, INRA, ORSTOM, CORAF, 10p.
9. **Attaie H., Zakhia N., Bricas N. (1998).** Etat de connaissance et de la recherche sur la transformation et les utilisations alimentaires des ignames. In : BERTHAUD J., BRICAS N., MARCHAND J. L. L'igname, plante séculaire et culture d'avenir. Actes du séminaire international Cirad-Inra-Orston-Coraf, 3-6 Juin 1997.Montpellier, : 275-284.
10. **Baah, F. D., Maziya-Dixon, B., Asiedu, R., Oduro, I., & Ellis, W. O. (2009).** Nutritional and biochemical composition of D. alata (Dioscorea spp.) tubers.
11. **Behera, K. K., Maharana, T., Sahoo, S., & Prusti, A. (2009).** Biochemical quantification of protein, fat, starch, crude fibre, ash and dry matter content in different collection of greater yam (Dioscorea alata L.) found in Orissa. *Nature and Science*, *7*(7), 24-32.

12. **Boullard B., 2001.** Plantes Médicinales Du Monde : Croyances Et Réalités. Ed. Estem, 636
13. BROOKS J R. (1987) Liquefaction of rice starch from milled rice flour using heat stable alpha-amylase. Journal of food science. (n°52) : 71 2-714
14. **Busson F., Jaeger P., Lunven P., Pinta M. (1965).** Plante alimentaires de l'ouest africain : Etude botanique, biologique et clinique. Marseille : Presses de l'imprimerie Leconte ; 426p.
15. **Caillon M. (1991).** Biologie de l'Homme dans son environnement. Hachette technique Ed, 527p.
16. **Chadefaud, M. et Emberger, L. (1960).** Les végétaux vasculaires in Traité de botanique. (ed) Masson et Cie. pp. 1116-1153.
17. **Ciqual ; Anses, (2013)** : La pomme de terre, un trésor nutritionnel 3p
18. **Consultation, F. E. (2011).** Dietary protein quality evaluation in human nutrition. *FAO Food Nutr. Pap*, *92*, 1-66.
19. **Corring T., Rettagliati J.. 1969** - Utilisation de la patate douce dans 1'alimentation du pore en Guadeloupe. J. Rech. Porcine en France, 105-112, INRA-ITP ed.
20. **Couplan F., 2009**. Le régal végétal, plantes sauvages comestibles. Ed. Ellebore, 527 COURSEY D. G., MARTIN F. W. (1972). The past and future of the yams as crop plants. Plant. Food and Human. Nutr. ; 2(3/4) : p133-138.
21. **Dabadie, A. (1999).** Alimentation de l'enfant. *Rennes: Institut Mèreenfant*.
22. **Dansi A., Vernier P. et Marchand J.L. (2003**). Les variétés d'ignames cultivées : Savoirfaire paysan au Benin. p 1-50.
23. **Davidson, L. S. P. (1972).** », R. PASSMORE and JF BROCK. Human nutrition and dietetics, Churchill Livingstone, Edinburgh and London.
24. **Degras L. (1980).** Caractéristiques générales cl place des ignames en biologie végétale ln : L'igname aujourd'hui et demain, Centre de Recherches Agronomiques des Antilles et de la Guyane. p 4-6.
25. **DegraS L., (1986),** L'igname. Paris : Maisonneuve et Larose, 408p (collection des techniques agricoles et productions tropicales, n° 30).
26. Degras L**., (1994),** L'igname. Paris : Maisonneuve et Larose, 133p.

27. **Degras, L**. ; **Arnolin, R.; Poitout, A. et Suard, C. (1977).** Quelques aspects de la biologie des ignames (Dioscorea spp.) I. Les ignames et leurs cultures. Annales de l'amélioration des plantes 27 (1): 1-23.
28. **Deysson G. (1981).** Physiologie et biologie des plantes vasculaires, 1 ère partie :nutrition et métabolisme, 5e édition. Paris : SEDES, 1981 ; (352p)
29. **Diouf, M., Gueye, M., Faye, B., Dieme, O., Lo, C., Gningue, D., ... & Mbaye, A. A. (2007).** Utilisation et stratégies de conservation de Moringa oleifera Lam (nebedaay en ouolof) un légume feuille d'avenir au Sénégal. In Plant Genetic Resources and Food Security in West and Central Africa. Regional Conference, 26-30 April 2004. Bioversity International, Rome, Italy (Vol. 472, p. 143).
30. **Duke, J.A. and Ayensu, E.S. (1985).** Medicinal Plants of China Reference Publications, Inc. ISBN 0-917256-20-4.
31. **Elegbede J.A. (1998).** Legumes, in: Nutritional Quality of Plant Food, Osagie AL, Eka OU (eds.). Post-Harvest Research Unit, Department of Biochemistry, University of Benin, Benin City, Nigeria, Pp. 53-93.
32. **Elenga, M., Tchimbakala, M. S., & Nkokolo, S. A. (2016).** Amélioration de la qualité nutritionnelle des bouillies d'igname et leur efficacité chez les rats de souche wistar. Journal of Applied Biosciences, 103, 9819-9828.
33. **Ellinson, M., Thomas, J., & Patterson, A. (2004).** A critical evaluation of the relationship between serum vitamin B12, folate and total homocysteine with cognitive impairment in the elderly. Journal of Human Nutrition and Dietetics, 17(4), 371-383.
34. **Ernest, R., & tiana, D. R. M.(2018).** potentialite nutritionnelle et proprietes organoleptiques de 6 types d'igname cultives et de 5 types d'igname sauvages de madagascar.2018
35. **F.A.O.,(1990),** Utilisation des aliments tropicaux : racines et tubercules. ROME : F.A.O.: 27-34.Facciola, S.(1990). Cornucopia-A source Book of Edible Plants. Kampong Publications. ISBN 0- 9628087-0-9. 2: 183-187.
36. **FAO (1989)** "Food basket international, Ibadan women and street foods in Nigeria training program for women in the safe production and sale of street foods". Reports of the training programme, University of Ibadan, 16 nov-2 déc. 1989. Rome: FAO, p23.

37. **FAO (2008).** FAOSTAT Statistics de 2005 à 2008. Database-Agriculture, Rome, ltaly. www.foo.org.
38. **FAO (2009).** La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. pp. 202, Rome.
39. **FAO, (1995)** . Gestion des programmes d'alimentation des collectivités,202 p
40. **FAO,(2001).** La nutrition dans les pays en développement par Lathan M.C. Collection FAO : alimentation et nutrition n°29 Rome
41. **Foodnet (2002).**R-Directory of commodities: Pigeon pea, http:// www.foodnet.cgiar.org/market/Tropcomm/part2R/htm. Accessed on 28th June, 2011.
42. **Grubben G.J.H. ; (2006)** ; Ressources végétales de l'Afrique Tropicale 4, Céréales et légumes secs, Amaranthus cruentus L. ; p7 – 9
43. **Grubben, G. J. H. (1971).** Expérimentations pour le développement de l'horticulture au Sud-Dahomey. *Rapport Technique de la troisième phase du project FAO/CMCF*.
44. **Grubben, G. J. H. (1975).** La culture de l'amarante, légume-feuilles tropical: avec référence spéciale au sud-Dahomey. Wageningen University and Research.
45. **Grubben, G.J.H. and Denton, O.A.(2004).** Plant Resources of Tropical Africa 2. Vegetable. PROTA Foundation, Wageningen; Backhuys, Leiden; CTA, Wageningen. 4: 103-111.
46. **Guenguen J. et Lemarie J.,(1996).** Composition, structure, et propriétés physicochimiques de Légumineuses et d'oléagineux. In, GODON B. Les protéines végétales. Lavoisier Tec et Doc. Paris: 80-110. 666 p.
47. **Gupta K. et Wagle D.S., (1988).** Nutritional and antinutritionalfactors of green leafy vegetables. J. Agric. Food Chem., 36, 3, 472-474.
48. **Hamon P., Dumont R., Zoundjihekpon J.,(1997).** Les ignames. In : CHARRIER A., JACQUORT M., HAMON S., NICOLAS D. L'amélioration des plantes tropicales. Montpellier : CIRAD ; ORSTOM : p385-40
49. **Haskell, M. J., Jamil, K.M., Hassan, F., Peerson, J.M., Hassain, M.I., Fuchs, G.J. and Brown, K.H. (2004).** Daily consumption of Indian spinach (B. alba) or sweet potato has positive effect on total-body vitamin A store in Bangladeshi men. Am. J. Clin. Nutr. 80(3): 705-714.

50. **Hauman L. (1951).** Flore du Congo-Belge et du Ruanda-Urundi. Spermaphyte. Angiospermae-Dicotylédoneae. Institut National pour les Etudes Agronomique du Congo-Belge, Bruxelles.
51. **HOLLO J., (1964).** L'utilisation industrielle de l'igname. Premier congrès international des industries agricoles et alimentaires des zones tropicales et subtropicales (Abidjan, 13-19 décembre 1964). 17p.
52. **Ibrahim S A., Razanamparany L., Olivier G., (2014).** Valorisation alimentaire des Cycas des Comores. [Thèse de doctorat en BIOCHIMIE]. Antananarivo. Faculté des Sciences. 210p.
53. **Jeannoda V. H., Hladik A., Hladik C. C.,(2004)** ; Les ignames de Madagascar, diversité, utilisation et perception. Hommes et plantes, 47, 10-23p.
54. **Jeannoda, V. H., Razanamparany, J. L., Rajaonah, M. T., Monneuse, M. O., Hladik, A., & Hladik, C. M. (2007).** Les ignames (Dioscorea spp.) de Madagascar: espèces endémiques et formes introduites; diversité, perception, valeur nutritionnelle et systèmes de gestion durable. Revue d'Ecologie, Terre et Vie, 62(2-3), 191-207.
55. **Johns, T., and Eyzaguirre, P. B. (2006).** Linking biodiversity, diet and health in policy and practice. In "Symposium on "wild-gathered plants: basic nutrition, health and survival". Linking biodiversity, diet and health in policy and practice", Vol. 65, pp. 182-189.
56. **Kahane R., Hodgkin T., Jaenicke H., Hoogendoorn C., Hermann M., Keatinge J.D.H. (Dyno), d'Arros Hughes J., Padulosi S. & Looney, N.,(2013).** Agrobiodiversity for food security, health and income. Agronomy for Sustainable Development 33: 671-693
57. **Kawano,J.M.,Maria Goncalves Fukuda,W.,et Cenpukdee,U.(1987).**Genetic and Environmental Effects on Dry Matter Content of Cassava Root.CROP SCIENCE,27(1),69-74.
58. **Kehlenbeck, K., Asaah, E., and Jamnadass, R. (2013).** Diversity of indigenous fruit trees and their contribution to nutrition and livelihoods in sub-Saharan Africa: examples from Kenya and Cameroon. In "Diversifying food and diets: using agricultural biodiversity to improve nutrition and health issues in agricultural biodiversity" (Mattei, ed.), pp. 257-269. J. Fanzo, D. Hunter, T. Borelli, F., Londres, Earthscan

59. **Khandelwal S, Udipi SA, Ghugre P. (2009).** Polyphenols and tannins in Indian pulses: Effect of soaking, germination and pressure cooking. Food Research International Article in press, available on line journal homepage: www.elsevier. com/locate/ foodres.
60. **Manimekalai, G., Neelakantan, S and RS. Annapan. (1979).** Chemical composition and cooking quality of some improved varieties of red gram dhal. Madras Agric .J. 66: 812-816.
61. **Masse- Raimbault A.M., (1989),** Les besoins nutritionnels in « La santé en milieu tropical » Doin Ed. Paris. 110p.
62. **Maundu, M. P., Ngugi, W. G., & Kabuye, H. S. C. (1999).** *Traditional food plants of Kenya*. National Museums of Kenya.
63. **Miège, J.(1952**). Contribution à l'étude systématique des Dioscorea d'Afrique Occidentale. Thèse de Doctorat ès-Sciences, Paris.
64. **Mitchikpe, E. C. S. (2007).** Towards a food-based approach to improve iron and zinc status of rural Beninese children: enhancing mineral bioavailability from sorghum-based food. PhD thesis, Thesis Wageningen University, Wageningen, Netherlands.
65. **Moussard C. (2006).** Biochimie structurale et métabolique, 3è édition, de Boeck Supérieur,352 p.
66. **N'guessan,K. Ake-assi E.and doh, K. S. (2014)** . Evaluation of Picralima nitida acute toxiciuty in the mouse. International journal of Research in Pharmacy and Science, 4 ,18 - 22.
67. **Nineza C., Bigumandondera P. et Ndikuryayo F. (2021)**. Détermination de la valeur nutritive des feuilles de Basella alba " inderama", cueillies au Burundi. Afrique SCIENCE 18(1) 223 – 229.
68. **Nzigidahera, (2007)** .Ressources biologiques sauvages du Burundi : Etat des connaissances traditionnelles, Bujumbura, (2007) 115 p.

69. **Ocho-anin, A. L. A.soro, .L.C. Kouame,C. AGBO E. A. et Kouame, K. K. A, (2012).**Valeur nutritionnelle des légumes feuilles consommés en Côte d'Ivoire. International Journal of Biological and Chemistry Sciences,6,128 -135.
70. **Oko, A. O., & Famurewa, A. C. (2015).** Estimation of nutritional and starch characteristics of Dioscorea alata (water yam) varieties commonly cultivated in the South-Eastern Nigeria. *British Journal of Applied Science & Technology*, *6*(2), 145.
71. **Okouango, I., Michel, E., Moutsamboté, J. M., Vital, M., & François, M. (2015).** Évaluation de la consommation et de la composition nutritionnelle des légumes-feuilles de Phytolacca dodecandra L'Herit consommés par les populations originaires des districts d'Owando et de Makoua. Journal of Animal &Plant Sciences, 27(1), 4207-4218.
72. **Orkwor, G.C., Asiedu, R., Ekanayake, I.J. (Eds)., (1998).** Food yams: Advances in research. African Bookbuilders Ltd, Nigeria, 249p.
73. **Pal, RK. (1939).** A review of the literature on the nutritive value of pulses. Ind. Agric. Sci. 9 (1) :133-137.
74. **Pellet,P.L.(1990).**protein requirements in humans. The American Journal of clinical Nutrition ,51(5),723-737.
75. **Polycarp, D., Afoakwa, E. O., Budu, A. S., & Otoo, E. (2012).** Characterization of chemical composition and anti-nutritional factors in seven species within the Ghanaian yam (Dioscorea) germplasm. International Food Research Journal, 19(3). anonyme, 26 mars (2021)
76. **Prasad, P., Doharey, R.K., Singh, S.N., Singh, R.K., Kumar, M. and Kumar, A. (2017).** Communication and psychological behavior of the pigeon pea growers in Chitrakoot district, India. Int J Curr Microbiol App Sci. 6: 2032–37.
77. **Rahmdel, S., Rezaei, M., Ekhlasi, J., Zarei, S. H., Akhlaghi, M., Abdollahzadeh, S. M., ... & Mazloomi, S. M. (2018).** Heavy metals (Pb, Cd, Cu, Zn, Ni, Co) in leafy vegetables collected from production sites: their potential health risk to the general population in Shiraz, Iran. Environmental monitoring and assessment, 190, 1-10.
78. **Ramu, G., Mohan, G. K., & Jayaveera, K. N. (2011).** Preliminary investigation of patchaippasali mucilage (Basella alba) as tablet binder. International Journal of Green Pharmacy (IJGP), 5(1).

79. **Ruel, M. T., and Harimond, M. (2003).** Diversification alimentaire, couverture des besoins nutritionnels et croissance des enfants : Connaissances actuelles et recherches nécessaires. In "Proceedings of the 2nd international workshop, Food-based approaches fora healthy nutrition in West Africa: The role of food technologists and nutritionists", Ouagadougou, Burkina Faso S. K. ROY, G. GANGOPADHYAY and K. K. AMUKHERJEE, Is stem twining form of Basella alba L. a naturally occurring variant Curr. Sci., 98 (2010) 1370 -1375.
80. **Sahore, A. (2011).** Propriétés physico-chimiques et fonctionnelles des tubercules et des amidons d'igname *(Dioscorea)*. Editions Publibook.
81. **Salvador, E.M. Steenkamp,V.,&McCrindle,C.M.E.(2014).**Production,Consumption and nutritional value of cassava (Manihot esculenta,crantz) in Mozambique:An overview.Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development,6(3),29-38.https://doi.org/10.5897/jabsd2014.0224
82. **SANTE CANADA.,(2010).** Fichier canadien sur les éléments nutritifs
83. **Sharma, Y.K., A.S. Tiwari, K.C. Rao, and A. Mishra.(1977).** Studies on chemical constituents and their influence on cookabiIity in pigeonpea. J. Food Sci. Tech. 14:38-40.
84. **Tchiègang, C., & Ndomdjo, L. M. N. (2009).** Données sur les valeurs culturelles, ethno nutritionnelles et physico-chimiques de Dioscorea schimperiana (Hochst) de l'Ouest Cameroun. *Tropicultura*, *27*(1), 35-39.
85. **Tomlins, K., Owori, C., Bechoff, A., Menya, G., & Westby, A. (2012**). Relationship among the carotenoid content, dry matter content and sensory attributes of sweet potato. Food Chemistry, 131(1), 14-21.
86. **Valdiguie P. (1995).** Coordinateur, Collection Biologie Médicale Biochimie Clinique, Editions Médicales Internationales, Technique et Documentation-Lavoisier, 400 p.
87. **Wanasundera, J. P. D., & Ravindran, G. (1994).** Nutritional assessment of yam (Dioscorea alata) tubers. Plant Foods for Human Nutrition, 46, 33-39.
88. **Wu, Z. G., Jiang, W., Nitin, M., Bao, X. Q., Chen, S. L., & Tao, Z. M. (2016).** Characterizing diversity based on nutritional and bioactive compositions of yam germplasm (Dioscorea spp.) commonly cultivated in China. journal of food and drug analysis, 24(2), 367-375.