

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE (MESRS)

REPUBLIQUE DU MALI

UN PEUPLE - UN BUT - UNE FOI

UNIVERSITE DES SCIENCES, DES TECHNIQUES  
ET DES TECHNOLOGIES DE BAMAKO



**U.S.T.T-B**

**FACULTE DE PHARMACIE**



Année universitaire : 2017- 2018

N° \_\_\_\_\_ /

**THESE**

**CONSOMMATION ET QUALITES  
NUTRITIONNELLES DE  
VIGNA SUBTERRANEA, CORCHORUS OLITORUS ET  
AMARANTHUS Sp AU MALI**

Présentée et soutenue publiquement le .... / ..... / 2018

Devant la faculté de Pharmacie.

**Par : Mr LAMINE MARIKO**

Pour obtenir le **grade de Docteur en Pharmacie**

(Diplôme d'état)

*IURY*

**Président : Pr Rokia Sanogo**

**Membre : Dr Yara Koréissi**

**Co-directrice : Dr Fatou Diawara**

**Directeur : Pr Akory Ag Iknane**

## **LISTE DES ENSEIGNANTS DE LA FACULTE DE PHARMACIE**

### **FACULTE DE PHARMACIE**

**ANNEE UNIVERSITAIRE 2017-2018**

#### **ADMINISTRATION**

**DOYEN :** M. BOUBACAR TRAORE-Professeur

**VICE-DOYEN:** M. Aboubacar I. MAIGA-Professeur

**SECRETAIRE PRINCIPAL:** M. SEYDOU COULIBALY-Administrateur Civil

**AGENT COMPTABLE:** M. FEMALE DIONSAN- Contrôleur des Finances

#### **LES PROFESSEURS HONORAIRES**

M. Mamadou KOUMARE	Pharmacognosie
M. Boulkassoum HAIDARA	Législation
M. Boubacar Sidiki CISSE	Toxicologie
M. Daouda DIALLO	Chimie générale & minérale
M. Massa SANOGO	Chimie Analytique
M. Moussa HARAMA	Chimie organique
M. Abdourahamane S.MAIGA	Parasitologie
M. Brehima KOUMARE	Bactériologie-virologie
M. Gaoussou KANOUTE	Chimie analytique
M. Alou A KEITA	Galénique
M. Mamadou KONE	Physiologie
M. Elimane MARIKO	Pharmacologie

#### **DER DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET MEDICALES**

1. Professeur/Directeur de recherche

M. Bakary M. CISSE	Biochimie
M. Abdoulaye DABO	Biologie/parasitologie Chef de DER
M. Amagana DOLO	Parasitologie-Mycologie
M. Boubacar TRAORE	Parasitologie-Mycologie
M. Mounirou BABY	Hématologie
M. Alassane DICKO	Santé publique

## 2. MAITRES DE CONFERENCES/MAITRES DE RECHERCHE

M. Flabou BOUGOUDOGO	Bactériologie-Virologie
M. Bourèma Kouriba	Immunologie
M. Mahamadou Diakité	Immunologie
M. Souleymane DIALLO	Bactériologie-Virologie
M. Ousmane Koita	Parasitologie-Moléculaire
M. Abdoulaye Djimdé	Microbiologie-Immunologie
M. Abdoulaye Touré	Entomologie Moléculaire-Médicale
M. Akory AG Iknane publique/Nutrition	Santé

## 3. MAITRES ASSISTANTS/CHARGE DE RECHERCHE

Mme Fanta SANGHO	Santé Publique
M. Aldjouma GUINDO	Hématologie
M. Mahamadou Soumana SISSOKO	Epidémiologie
M. Kassoum KAYENTAO	Epidémiologie
M. Issiaka SAGARA	Epidémiologie

M. Charles ARAMA	Immunologie
M. Ousmane TOURE	Santé Publique/Santé environnement

#### 4. ASSISTANTS/ATTACHE DE RECHERCHE

M. Seidina Aboubacar Samba DIAKITE	Immunologie
M. Modibo DAO	Immunologie
M. Klétigui Casmir DEMBELE	Biochimie clinique
M. Oumar GUINDO	Biochimie
M. Falaye KEITA	Epidémiologie
M. Yaya GOITA	Biochimie clinique
M. Samba Adama SANGARE	Bactériologie-Virologie
M. Seydou Sassou COULIBALY	Biochimie

### DER DES SCIENCES DU MEDICAMENT

#### 1. PROFESSEURS/DIRECTEUR DE RECHERCHE

M. Ousmane DOUMBIA	Pharmacie chimique
M. Ababacar I MAIGA	Toxicologie

#### 2. MAITRES DE CONFERENCES/MAITRE DE RECHERCHE

M. Bénéoit Yaranga KOUMARE	Chimie analytique
----------------------------	-------------------

M. Sékou BAH

Pharmacologie Chef de DER

### 3. MAITRE ASSISTANT

M. Tidiane DIALLO

Toxicologie

### 4. ASSISTANT/CHARGE DE RECHERCHE

M. Mody CISSE

Chimie thérapeutique

M. Ousmane DEMBELE

Chimie thérapeutique

M. Mahamadou TANDIA

Chimie analytique

M. Madani MARIKO

Chimie analytique

M. Hamadoun Abba TOURE

Bromatologie

M. Blaise DACKOUO

Chimie analytique

## DER DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES

### 1. PROFESSEURS/DIRECTEURS DE RECHERCHE

M. Drissa DIALLO

Pharmacognosie

M. Saibou MAIGA

Législation Chef de DER

Mme Rokia SANOGO

Pharmacognosie

### 2. MAITRES ASSISTANTS/CHARGE DE RECHERCHE

M. Yaya COULIBALY

Législation

M. Loséni BENGALY

Pharmacie Hospitalière

### 3. ASSISTANTS/ATTACHE DE RECHERCHE

M. Bacary Moussa CISSE

Galénique

M. Bourama TRAORE	Législation
M. Hama Boubacar MAIGA	Galénique
M. Hammadou Abba TOURE	Bromatologie
M. Adama DENOUE	Pharmacognosie
M. Mahamane HAIDARA	Pharmacognosie
M. Issa COULIBALY	Gestion
M. Souleymane Dama	Sciences Pharmaceutiques
M. Antoine Dara	Sciences Pharmaceutiques
M. Balla Fatogoma COULIBALY	Pharmacie
Hospitalière	
M. Karim TRAORE	Sciences pharmaceutique

#### DER DES SCIENCES FONDAMENTALES

##### 1. PROFESSEURS/DIRECTEURS DE RECHERCHE

M. Mahamadou TRAORE	Génétique
---------------------	-----------

##### 2. MAITRE DE CONFERENCES/MAITRE DE RECHERCHE

M. Mouctar DIALLO	Biologie/Parasitologie
M. Kaourou DOUKOURE	Physiologie

##### 3. ASSISTANTS/ATTACHE DE RECHERCHE

M. Moussa KONE	Chimie organique
----------------	------------------

#### CHARGES DE COURS & ENSEIGNANTS VACATAIRES

M. Boubou DIARRA	Bactériologie
------------------	---------------

M. Boubacar KANTE	Galénique
M. Yaya KANE	Galénique
M. Mamadou Lamine DIARRA	Botanique
M. Boubakary Maiga	Chimie Organique
M. FANA TANGARA	Mathématique
M. Abdel Kader TRAORE	Sémiologie-Pathologie-médicale
M. Seydou DOUMBIA	Secourisme
M. Abdel Kader MAIGA	Secourisme
M. Moussa I DIARRA	Biophysique
M. Massambou SACKO	SCMP-SIM
Mme Fatoumata SOKONA	Santé environnement
M. Abdourahamane COULIBALY	Anthropologie
M. Atimé Djimé	
Bromatologie M. Boubacar Zibeirou	
Physique	

# DEDICACE

## DEDICACE

Au nom de Dieu le Tout puissant, le Tout miséricordieux, le Très Miséricordieux !

Louange à toi Allah qui m'a permis de mener à bien ce travail.

Je dédie ce travail

- A mon père, Monsieur Moustapha Mariko, que la terre te soit légère, celui-ci qui a su nous inculquer une éducation indéfectible depuis le bas âge, tu as été l'exemple pour tant de gens, surtout sur le plan de la religion et du travail et du social, tu nous a laissés si tôt Baba, mon souhait était que tu pusses voir ce jour avec moi ; je ne cesserai de prier pour toi, dors en paix.
  
- à mes mamans, Mariam Doumbia et Mariam Coulibaly, vous avez été pour moi une source d'exemple par votre patience, votre courage et votre amour, vous nous avez donné, à mes frères et moi un cadeau exceptionnel, celui de l'amour de la famille, vos soutiens morales, financiers m'ont accompagné tout au long de mon parcours scolaire, je vous aime, puisse Allah m'accorde la grâce d'être à mon tour une bénédiction pour vous.
  
- A mon oncle Mamadou Diawara, mes tantes et mes cousins et cousines, vous tous qui m'avez pris sous vos ailes depuis mon arrivé à Bamako, jusqu'à ce jour, en vous j'ai trouvé une famille ; merci pour tout.
  
- A tous mes frères et sœurs, principalement Alpha Mariko et Haoua Gafourey, avec vous je n'ai manqué de rien durant tout mon cycle, je vous serai reconnaissant toute ma vie.
  
- Au docteur Diawara Fatou, en vous j'ai trouvé en grande sœur, une conseillère, les mots me manque pour vous remercier, que Dieu bénisse et vous récompense d'une façon des plus meilleures, j'ai beaucoup appris de vous.

## REMERCIEMENTS

Je remercie au nom d'Allah (le Tout Miséricordieux, l'Omniscient, et l'Omnipotent) et au nom du Prophète Muhammad ( paix et salut sur lui ).

**A Dr Yara Koréissi,**

Chercheur au Laboratoire de Technologie Alimentaire de l'Institut d'Economie Rurale de Sotuba, pour son temps, sa compréhension et sa patience dans mon enseignement, toute ma profonde gratitude Tantie.

**A tous les agents de l'IER,**

Pour leur collaboration durant tout ce travail.

**A Mme Charlie M'Bosso,**

Consultante à Bioversity International, et principal auteur des données de consommation.

**A tous ceux qui de près ou de loin, ont participé à l'élaboration de ce modeste travail .**

## HOMMAGE AUX MEMBRES DU JURY

A notre Maître et Président du Jury :

### **Professeur Rokia Sanogo**

- Professeur titulaire de pharmacognosie à la FAPH
- Enseignante chercheuse de Pharmacognosie à la FAPH
- Première femme professeur agrégée en Pharmacie au Mali
- Chef du département de Médecine traditionnelle de l'Institut National de Recherche en Santé Publique (INRSP) au Mali.
- Présidente du comité scientifique interne et membre du comité scientifique et technique de l'IRNSP
- Lauréate d'un diplôme d'honneur et caducée d'or de la recherche de l'Ordre Nationale des Pharmaciens du Mali et SYNAPPO
- Lauréate du prix N'kouamé Khroumah 2016
- Experte de l'OMS, de l'OOAS, de Pharmacopée pour la médecine Traditionnelle.

Chère maître,

La spontanéité avec laquelle vous avez accepté de présider ce jury malgré vos multiples et importantes occupations, illustre bien votre volonté à parfaire notre formation. Femme de science de renommer par vos connaissances et vos qualités pratiques, c'est un véritable privilège pour nous d'être comptés parmi vos étudiants.

Trouver ici cher Maître l'expression de notre profonde gratitude et de notre profond respect.

A notre Maître et juge :

**Docteur Yara koréissi**

- Ingénieur agronome de formation, spécialité technologie alimentaire
- Master en Santé Publique
- PHD en Nutrition

Cher Maître,

Nous avons l'honneur et le privilège de vous compter parmi ce jury de thèse.  
Votre modestie et votre dévouement pour la cause des étudiants nous ont particulièrement marqué. Votre richesse scientifique, votre amour pour le travail bien fait, votre rigueur et votre constante disponibilité font de vous un maître admiré de tous.

Veillez trouver, ici l'expression de notre reconnaissance et de notre gratitude.

A notre Maître et co-directrice :

**Docteur Diawara Fatou**

- Médecin de santé publique
- Spécialiste en Epidémiologie
- Assistante en Epidémiologie à la FAPH
- Ancienne responsable des activités de nutrition à la direction régionale du district de Bamako
- Ancienne chef de division surveillance épidémiologie à l'Agence Nationale de la Sécurité Sanitaire des Aliments (ANSSA)
- Chargé d'étude et de recherche au centre de Recherche d'Etude et de Documentation pour la Survie de l'Enfant (CREDOS)

Cher Maître,

La simplicité, la disponibilité et l'extrême courtoisie sont autant des qualités que vous incarniez. La clarté de vos explications, la qualité de votre raisonnement ainsi que votre accueil fraternel font de vous un exemple à suivre. Trouvez ici l'expression de notre profonde reconnaissance. Soyez rassurée, que vos nombreux conseils et enseignements n'auront pas été vains et serviront de repère dans notre vie professionnelle.

A notre maître et Directeur de thèse

**Professeur AKORY AG IKNANE**

- Professeur titulaire en Santé Publique à la FAPH
- Ancien directeur de l'Agence Nationale d'Investissement des Collectivités Territoriales
- Ancien directeur général de l'Agence Nationale de la Sécurité Sanitaire des Aliments (ANSSA)
- Président du Réseau Malien de Nutrition
- Secrétaire général de la Société Malienne de Santé Publique (SOMASAP)
- Enseignant-chercheur
- Premier médecin directeur de l'ASACOBA

Professeur émérite,

Nous sommes reconnaissants avec la spontanéité avec laquelle vous avez accepté de diriger ce travail. Le privilège d'avoir pour encadrer un homme de science et de culture de renom, votre modestie et rigoureux que vous est pour nous une leçon de vie.

C'est pour nous l'occasion de vous témoigner toute notre gratitude et notre profonde admiration.

## Liste des abréviations

**ANCOS** : Agence Nationale de Contrôle Officiel des Semences et plantes  
(Madagascar )

**Bom** : Boumboro

**Bol** : Bolimasso

**Bun** : Bountenisso

**CI** : Chromatographe Ionique

**Cl** : Centilitre

**CM** : Caractéristiques Morphologiques

**Cm** : centimètre

**Cmnté** : communauté

**DMT** : département la médecine traditionnelle

**Fin** : Finkoloni

**In** : Intervalle

**J** : joule

**g** : gramme

**h** : heure

**Kan** : Kaniko

**Kcal** : Kilocalorie

**L** : litre

**mn** : minute

**NGu** : N'Gountjina

**N** : normalité

**P** : masse ou poids

**s** : Seconde

**Sir** : Siramana

**Som** : Somo

**TACAM** : Table de composition des aliments au Mali.

**Vit** : Vitamine

## LISTE DES TABLEAUX :

**Tableau I** : Récapitulatif des besoins quantitatifs journaliers des sels minéraux et vitamines selon les différents groupes d'âge.....12

**Tableau II** : Taille de l'échantillon dans les villages cibles de l'étude au Mali (régions de Ségou et Sikasso),(Charlie M'Bosso et IER).....19

**Tableau III** : Sites et période de collecte des échantillons des différentes variétés des graines de Voandzou.....22

**Tableau IV** : Sites et période de collecte des différentes variétés des feuilles de Corchorus et d'Amarante.....23

**TABLEAU V** : Caractéristiques qualitatives des différentes variétés des graines du Voandzou.....32

**Tableau VI** : Caractéristiques qualitatives des différentes variétés des feuilles de Corchorus.....36

**Tableau VII** : Caractéristiques qualitatives des différentes variétés des feuilles d'Amarante.....37

**Tableau VIII** : Nombre de familles consommant le Voandzou par mois dans la région de Sikasso.....38

**Tableau IX** : Nombre de familles par fréquence de consommation du Voandzou dans la région de Sikasso.....39

**Tableau X** : Nombre de familles consommant le Voandzou par mois dans la région de Ségou.....40

**Tableau XI :** Nombre de familles par fréquence de consommation du Voandzou dans la région de Ségou.....41

**Tableau XII :**

**Tableau XIII**

**Tableau XIV :** Nombre de familles consommant du Corchorus et de l'Amarante par mois dans la région de Sikasso.....44

**Tableau XV :** Nombre de familles par fréquence de consommation du Corchorus et de l'Amarante dans la région de Sikasso.....45

**Tableau XVI :** Nombre de familles consommant du Corchorus et de l'Amarante par mois dans la région de Ségou.....46

**Tableau XVII :** Nombre de familles par fréquence de consommation du Corchorus et de l'Amarante dans la région de Ségou.....47

**Tableau XVIII :**

**Tableau XIX :**

**Tableau XX :** Eau, Protéines, Lipides, Glucides, Fibres dans les cinq(5) variétés de Voandzou pour 100g.....50

**Tableau XXI :** Analyse Statistique des valeurs nutritives en Eau, Protéines, Lipides, Glucides, Fibres dans les cinq(5) variétés de Voandzou pour 100g.....51

**Tableau XXII :** Apport en Fer, Zinc, Calcium, Magnésium, Potassium et Phosphore des Cinq (5) Variétés de Graines de Voandzou en mg pour 100g.....54

**Tableau XXIII :** Analyse Statistique des valeurs nutritives en Fer, Zinc, Calcium, Magnésium, Potassium et Phosphore dans cinq (5) Variétés de graines de Voandzou.....55.

**Tableau XXIV:** Fer, Zinc, Calcium, Magnésium, Potassium, Phosphore contenus dans les deux (2) Variétés de feuilles d'Amarante pour 100g.....57

**Tableau XXV :** Analyse Statistique des valeurs nutritives en Fer, Zinc, Calcium, Magnésium, Potassium et Phosphore dans les deux(2) variétés de feuilles d'Amarante.....58

**Tableau XXVI :** Fer, Zinc, Calcium, Magnésium, Potassium, Phosphore contenus dans les deux (2) Variétés de feuilles de Corchorus pour 100g.....60

**Tableau XXVII :** Analyse Statistique des valeurs nutritives en Fer, Zinc, Calcium, Magnésium, Potassium et Phosphore dans les deux(2) variétés de feuilles de Corchorus.....61

**Tableau XXVIII :** Vitamine A dans les feuilles d'Amarante et de Corchorus.....63

## SOMMAIRE :

1-Introduction.....	1
2-Objectifs.....	3
2-1-Objectif principal.....	3
2-2-Objectifs spécifiques.....	3
3-Généralités .....	4
4- Méthodologie.....	18
4-A-Consommation	
4-A-1-Lieu d'étude.....	18
4-A-2-Cadre d'étude.....	18
4-A-3-Type d'étude.....	18
4-A-4-Période d'étude.....	18
4-A-5-Population d'étude.....	18
4-A-6-Echantillonnage.....	19
4-A-7-Outils et techniques de collecte des données de consommation.....	20
4-A-8-Saisie et analyse des données de consommation.....	46
4-A-9-Considération éthique.....	20

4-A-10-Utilisation des données.....	20
4-B-Valeurs nutritionnelles	
4-B-1-Lieu d'analyse des échantillons.....	20
4-B-2-Période d'analyse des échantillons.....	20
4-B-3- Population d'étude.....	21
4-B-4-Outils et techniques de collecte des échantillons de produits.....	21
4-B-5-Saisie et analyse des données nutritionnelles.....	23
4-B-6-Analyse technique des échantillons au LTA.....	23
4-B-7-Analyse chimique des échantillons au niveau du LNA.....	24
4-B-8-Analyse chimique des échantillons au niveau du PROSLABS.....	27
5-Résultats.....	32
6-Commentaire et discussion.....	64
7-Conclusion.....	69
8-Recommandations.....	70
9-References.....	71

## **1-INTRODUCTION :**

<< Que ton aliment soit ta première médecine >> le plaisir dans l'alimentation est subordonné à la santé (Hypocrate, 460-356 avant J-C) [1].

Aujourd'hui, il est admis qu'une multitude de facteurs contribue à une meilleure santé. Les organisations internationales recommandent d'adopter une politique nutritionnelle intégrée, globale et non plus sectorielle.

Au niveau mondial, les efforts s'orientent encore essentiellement vers la lutte contre la sous-nutrition. La stratégie, celle de mettre fin à la malnutrition d'ici 2030, tend à s'adapter à

l'apparition, dans les pays en développement, même à faibles revenus, d'un double fardeau nutritionnel : la persistance des malnutritions par carence combinée à l'émergence des maladies chroniques liées à la nutrition (obésité, diabète de type 2, etc) [2].

Ainsi le monde d'aujourd'hui est confronté à des défis de taille: assurer la sécurité alimentaire et une alimentation équilibrée à tous, dans le monde entier. Les chiffres donnent le tournis : 800 millions de personnes souffrent de faim chronique et environ deux milliards de personnes souffrent d'au moins une carence en micronutriments. En même temps, plus d'un demi-milliard de personnes sont cliniquement obèses. Pour surmonter le défi de la faim et de la malnutrition au XXIème siècle il faudra augmenter la quantité et la qualité des aliments tout en recourant à des modes de production durables, efficaces et sûres [3].

Aussi les conséquences sur la santé de l'augmentation de l'offre en produits à forte densité énergétique, à faible densité nutritionnelle et pauvres en micronutriments, sont importants [4]. Cependant il serait illusoire d'espérer un développement optimal des individus et des nations sans assurer à minima la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations [5]

Il n'existe pas d'aliment parfait (ni d'aliment «à bannir») qui rassemble dans sa composition tout ce qui est nécessaire à notre organisme. Tous les aliments contiennent des nutriments dont chacun joue un rôle précis. Tous contribuent à l'entretien du corps et à la prévention de certaines pathologies [6].

Seulement 10% de la nourriture consommée en Afrique est conditionnée [7].

Pour cela la place des systèmes alimentaires locaux, qui représentent actuellement la majorité des chaînes de valeur dans les pays en développement, doit être mieux reconnue. Valoriser des produits locaux pour une alimentation de qualité devrait être l'une des préoccupations des pays en voie de développement notamment le Mali pour faire face au lourd fardeau de la malnutrition et des problèmes de Santé.

C'est dans ce contexte que nous nous sommes orientés vers certains produits agricoles locaux pour en étudier les valeurs nutritionnelles. Il s'agissait du *Vigna subterranea*, du *Corchorus olitorus* et de l'*Amaranthus sp*. Le *Vigna subterranea* représente en Afrique ainsi qu'au Mali la troisième légumineuse alimentaire la plus importante en terme de production et de consommation après l'arachide et le niébé et qui est considéré comme un aliment complet, car ses graines contiennent en moyenne 63% de glucides, 19% de protéines, 6,5% de lipides [8]. Au Mali il occupe également la troisième place après l'arachide et le niébé. Il est intéressant pour son pouvoir améliorant pour le sol (fixation d'azote) et pour son potentiel fourrager. Sa teneur élevée en protéine fait qu'il est considéré comme étant « la viande des pauvres » [9]. IL présente 212 écotypes locaux et 50 introduits [10]. Mais les données de la direction nationale de la statistique et de l'informatique (DNSI 1995, 1997, 2000) indiquent une régression des superficies emblavées pour cette culture [11]. Il est généralement consommé en faible quantité, et sa consommation était de 3.8g/personne/jour dans l'office du Niger au Mali dans les années 1956 et 1958 [12]. Sa production est estimée à 45960 tonnes pour un rendement de 1950kg/ha sur une superficie de 23569 ha, à l'horizon de 2025 [13]. Le *Corchorus olitorus* et l'*Amaranthus sp*, sont des légumes feuilles jouant un rôle important dans le maintien de l'équilibre alimentaire surtout des populations défavorisées, et qui de par leurs richesses en fer, vitamines A et C correspondent à des enjeux de santé particulièrement significatifs dans les pays où l'on compte de nombreux cas d'anémie causés par le paludisme, et de déficience immunitaire [14]. Au Mali l'*Amaranthus sp* et le *Corchorus*

*olitorus* sont des légumes feuilles permanents où les feuilles fraîches ou sèches entrent dans la préparation des sauces [15].

Mais en dépit de ces nombreux avantages, le Voandzou, le Corchorus et l'Amarante ont été peu étudiés et très peu représentés dans les collections mondiales des ressources phylogénétiques ; d'où l'objet de cette étude.

Ce qui nous a conduits à formuler les objectifs suivants :

## **2- Objectifs :**

**2-1-Objectif principal :** Evaluer la consommation du Voandzou, de l'amarante et du Corchorus à Sikasso et Ségou en 2016 ; ainsi que leur valeur nutritionnelle.

**2-2-Objectifs spécifiques :** Il s'agissait en objectifs spécifiques pour les graines de Voandzou, les feuilles de Corchorus et les feuilles d'Amarante, de :

- ❖ Déterminer la variabilité qualitative et quantitative de chaque produit ;

- ❖ Déterminer la fréquence de consommation de chaque produit
- ❖ Déterminer la valeur nutritionnelle de chaque produit

Pour l'atteinte de ces objectifs, il convient d'appréhender certaines ;

### **3-Généralités :**

#### **3-1- Définitions :**

Pour la bonne compréhension du sujet, il importe de rappeler un certain nombre de définitions qui paraissent indispensables ;

**Qualité :** aptitude, manière d'être donnant une valeur [16].

**Sécurité alimentaire** : selon la définition de la FAO en 2000 la sécurité alimentaire est atteinte lorsque tous les membres d'une société disposent de façon constante des conditions physiques, économiques et sociales permettant d'avoir accès à une nourriture suffisante, saine et nutritive correspondant à leurs préférences alimentaires et leur permettant de mener une vie active et saine [6]

**Sécurité nutritionnelle** : La sécurité nutritionnelle est définie comme l'état nutritionnel adéquat en termes de protéine, énergie, vitamines, et minéraux de tous les membres du ménage à tout moment et cela est ainsi plus que la sécurité alimentaire [6].

**Souveraineté alimentaire** : est le droit des peuples à une alimentation saine et culturellement appropriée, produite avec des méthodes durables, et le droit des peuples de définir leurs propres systèmes agricoles et alimentaires [17].

**Nutrition** : La nutrition est l'ensemble des processus par lesquels les êtres vivants transforment et utilisent les aliments afin d'assurer leur croissance et leurs fonctions vitales. Une mauvaise nutrition peut entraîner un affaiblissement de l'immunité, une sensibilité accrue aux maladies, un retard de développement physique et mental et une baisse de productivité. [18].

**Aliments** : L'aliment est une substance en général naturelle du règne animal ou Végétal utilisée pour nourrir l'organisme.

Les aliments peuvent être classés selon leur mode d'action au niveau de l'organisme :

- Il existe les aliments de construction, riches en protéine,
- les aliments énergétiques riches en glucides et en lipides ; et
- les aliments de protection riches en vitamines et sels minéraux [19].

**Une alimentation équilibrée** : est la consommation de nourriture de bonne qualité et en quantités adaptées pour fournir l'énergie suffisante et assurer une croissance et un développement optimal. Elle doit donc apporter suffisamment de macronutriments (glucides, protéines, lipides) et d'aliments fonctionnels (Vitamines et sels Minéraux) [19].

**Les nutriments** : constituent l'ensemble des composés, organiques ou non, nécessaires à l'organisme vivant pour entretenir la vie. C'est cette association de nutriments qui crée l'aliment : il est possible, selon leurs tailles, de les distinguer en deux catégories :

- Pour ceux de plus petite taille, on parle de micronutriments,
- et pour ceux de plus grande taille de macronutriments.

**Macro nutrition** : La macro nutrition est l'analyse de l'apport en protéines, glucides et lipides tirés de l'alimentation qui sont la source clé de l'énergie.

Il faut donc apporter une attention particulière à leur qualité et à leur répartition [20].

Comme le préconise Jean-Michel Cohen, expert en nutrition et auteur du programme Savoir Maigrir en ligne sur Aujourd'hui.Com, on parlera de ration alimentaire équilibrée quand celle-ci sera composée de la manière suivante :

-Glucides : 50 à 55%

-Lipides : 30 à 35%

-Protéines : 10 à 15%

- Les glucides apportent 4 kilocalories par gramme. Il en existe deux catégories :

- les glucides simples ; et

- les glucides complexes.

- Les lipides apportent 9 kilocalories par gramme. On distinguera

- Les graisses saturées ; et

- Les graisses insaturées (mono ou polyinsaturées). Plus souvent végétales, ces dernières sont bénéfiques et protectrices pour le système cardiovasculaire.

- Les protéines apportent quant à elles 4 kilocalories par gramme. Elles sont indispensables pour assurer les synthèses tissulaires ainsi que le bon fonctionnement du système immunitaire et du système hormonal [20].

**Micro nutrition** : elle a selon le docteur Laurence Benedetti (la santé vient en mangeant AFSSA 2012), pour objectif d'établir un lien entre l'alimentation du patient et sa santé physique et psychique, dans le but d'apporter une solution à de nombreux problèmes tels que fatigue chronique, troubles de l'humeur, problèmes digestifs, douleurs articulaires, maux de tête.

Les micronutriments, bien que présents en très petite quantité et n'apportant pas d'énergie, sont tout aussi essentiels à la vie car ils sont des cofacteurs de métabolisme. Il va ainsi s'agir :

- Des vitamines, qui sont au nombre de 13 au total, hydro et liposolubles confondues, à savoir les vitamines a, d, e, K, b1, b2, b3, b5, b6, b8, b9, b12 et C ;

- Des minéraux, à savoir le sodium, le potassium, le magnésium, le calcium, le chlore, le phosphore et le soufre ;

- Des oligo-éléments, en proportions infinitésimales mais cependant essentiels. il s'agit du chrome, du fer, du fluor, de l'iode, du cobalt, du cuivre, du manganèse, du molybdène, du nickel, du sélénium et du zinc [20].

Une consommation optimale aussi bien en macro qu'en micronutriments sera indispensable pour un bon état de santé général et durable [20].

Les notions de macro et de micro nutrition permettent d'envisager une alimentation sur mesure, adaptée aux besoins énergétiques de chacun. Elles trouvent leurs fondements dans les liens avérés entre alimentation, santé, bien-être et prévention.

### **La Malnutrition :**

Selon l'OMS « la malnutrition est un état pathologique résultant de l'insuffisance ou des excès relatifs ou absolus d'un ou de plusieurs nutriments essentiels, que cet état se manifeste cliniquement, ou qu'il ne soit décelable que par les analyses biologiques, anthropométriques ou physiologiques ». Cette définition exclut les troubles nutritionnels liés

à des erreurs de métabolisme ou à une malabsorption [21]. C'est l'état dans lequel : "la fonction physique de l'individu est altérée au point qu'il ne peut plus assurer la bonne exécution des fonctions corporelles comme la croissance, la grossesse, le travail physique, la résistance aux maladies et la guérison"[22].

On distingue plusieurs types de malnutritions :

-Les malnutritions par excès : dues à un apport alimentaire excessif responsable de l'obésité [21].

-Les malnutritions par carence : ces types de malnutrition représentent un risque nutritionnel majeur pour les populations des pays en développement.

Les carences les plus importantes dans le monde concernent la malnutrition aigüe, les carences en fer, en vitamine A et en vitamine C [22].

### **3-2- Aperçu sur les qualités de quelques minéraux et vitamines :**

#### **3-2-1-Minéraux :**

◆ **Le calcium :** Le calcium est le minéral le plus abondant de l'organisme. Associés au phosphore pour former les os et les dents. Il joue un rôle important dans l'activation de la contraction musculaire et la transmission de l'influx nerveux. Il active plusieurs hormones et il est un constituant du calcitrol, la forme active de la vitamine D, en plus d'être essentiel à la coagulation et aux transports membranaires des lipides [23].

◆ **Le phosphore :** Le phosphore se trouve également en grande quantité dans les os (85% de tout le phosphore de l'organisme). Lié au calcium, il contribue à donner aux os et aux dents leur rigidité. L'ingestion de phosphore, et par suite son arrivée dans le sang, influencent directement la formation de l'os, mais son absorption interfère avec celle du calcium, de sorte qu'un bon équilibre apparaît nécessaire entre ces deux minéraux. Les besoins en phosphore sont largement compensés par l'alimentation [23].

◆ **Sodium et potassium :** Le sodium et le potassium sont des électrolytes car ils sont dissous dans l'organisme sous forme d'ions chargés électriquement. Le sodium est le minéral le plus abondant dans le liquide extracellulaire et sa présence détermine la volémie, c'est-à-dire le volume de liquide circulant. En conséquence sa teneur, nommée natrémie, détermine la valeur de la pression sanguine : si ce paramètre chute, il s'ensuit l'apparition d'une hypotension. La fonction probablement la plus importante du sodium et du potassium est l'établissement d'un juste gradient électrique transmembranaire entre le milieu intra et extracellulaire. Cette différence de potentiel électrique entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule est nécessaire à la transmission de l'influx nerveux, à la stimulation et à la contraction du muscle (cœur surtout) et au bon fonctionnement des glandes. [23].

◆ **Le magnésium :** Le magnésium est présent dans environ 300 enzymes nécessaires aux processus métaboliques ce qui en fait un élément indispensable à la vie des cellules. Il joue un rôle vital dans le métabolisme du glucose en facilitant la formation de glycogène qui est la forme de stockage du glucose dans les muscles et le foie à partir du glucose sanguin. Le

magnésium participe aussi à la dégradation du glucose, des acides gras et des acides aminés aux cours du métabolisme énergétique.

De plus, il est important pour la synthèse des lipides et des protéines et la stabilisation de la conduction nerveuse et de la contraction musculaire dans l'appareil neuromusculaire. En cas de déficit, ce processus essentiel se trouve perturbé, ce qui peut occasionner des anomalies telles que des crampes [23].

♦ **Le fer :** Bien que le fer soit un oligo-élément, l'organisme contient environ 3 à 5 grammes de fer. Les globules rouges en représentent le compartiment le plus abondant, avec près de 2,7 g de fer (environ 54 % du total), où il se trouve lié à une architecture protéique très complexe nommée l'hémoglobine. Son incorporation à ce pigment, présent chez tous les mammifères, permet d'assurer le transport de l'oxygène des poumons vers les tissus. Le fer est présent en petite quantité dans des substances spécialisées que sont les cytochromes, facilitateurs du transfert d'énergie à l'intérieur des fibres. À peu près 20 % du fer de l'organisme n'est pas associé à des produits fonctionnels actifs mais mis en réserve dans le foie, la rate et la moelle osseuse sous forme d'hémosidérine et de ferritine. Les composés fonctionnels puisent leur fer perdu dans ces réserves durant les périodes d'insuffisance alimentaire.

Ce rôle prépondérant du fer explique que les carences martiales (en fer) affectent les aptitudes physiques et par conséquent les performances. Chez les personnes dont l'apport en fer est faible ou ceux qui ont un taux d'absorption faible ou une perte élevée (sportifs d'endurance), la concentration peut être réduite dans les globules rouges. Cet état extrême de carence en fer, appelée anémie ferriprive, est caractérisé par une fatigue généralisée, une perte d'appétit et une capacité réduite à l'exercice, même léger [23].

### **3-2-2- les vitamines :**

La régulation efficace du fonctionnement cellulaire (métabolisme) dépend d'un apport régulier de macronutriments, c'est-à-dire de glucides, de lipides et de protéides. Cet apport renferme de petites mais néanmoins importantes quantités de vitamines et de minéraux, les micronutriments, dont les fonctions hautement spécifiques sont de faciliter le transfert d'énergie et la synthèse des tissus. Ainsi, l'adulte doit prélever seulement 350 g de vitamines dans les 820 kg de nourriture consommée annuellement [23].

Les vitamines n'ont pas de structure chimique commune ; elles sont considérées comme "accessoires" car elles ne contribuent pas substantiellement à la masse de l'organisme et elles ne fournissent pas directement d'énergie ; par contre elles sont associées aux réactions chimiques nécessaires à la production d'énergie.

À l'exception de la vitamine D, l'organisme ne synthétise pas de vitamines, ce qui revient à dire qu'il faut aller les chercher dans le régime quotidien ou dans des suppléments.

L'ingestion quotidienne des vitamines liposolubles n'est pas nécessaire car elles sont dissoutes et emmagasinées dans le tissu adipeux, notamment les vitamines A et D alors que la vitamine E est mise en réserve dans le foie ainsi que la vitamine K dans une moindre mesure.

Les vitamines hydrosolubles jouent surtout un rôle de coenzymes. Les vitamines participent donc activement aux réactions chimiques, mais lorsque la réaction est achevée, elles

retrouvent leur structure originelle pour un usage ultérieur. Ce fait confirme qu'il n'est pas nécessaire d'en consommer exagérément même si la durée de vie des vitamines hydrosolubles ne dure guère plus que 8 à 14 heures. Après leur potentiel est donc réduit au point de devenir inactif si entre temps un autre repas n'a pas eu lieu [23].

◆ **La vitamine liposoluble A :**

La provitamine A (bêta carotène) est largement distribuée dans les légumes verts ; le rétinol (vitamine A), constituant de la rhodopsine (pigment visuel ; ses principales fonctions sont le maintien de l'acuité visuelle, prévient le vieillissement de la peau, entretient la beauté des cheveux, des ongles et des dents. En outre, elle stimule le système immunitaire et renforce les voies respiratoires.

Lors de leur cuisson, les aliments perdent 20 % de leur teneur en vitamines A. Un déficit en vitamine A peut provoquer des lésions des tissus oculaires ainsi qu'une cécité nocturne voire permanente.

Une supplémentation excessive provoque des maux de tête, des vomissements, une desquamation cutanée, anorexie et tuméfaction des os longs [23].

◆ **La vitamine liposoluble D**

La vitamine D ou calciférol favorise la croissance et la minéralisation des os en augmentant l'absorption du calcium. Outre l'apport alimentaire, notre organisme se procure la vitamine D par l'exposition au soleil. Son déficit entraîne le rachitisme (déformations osseuses) chez l'enfant et une diminution de la densité osseuse chez la personne âgée. Une utilisation excessive provoque des vomissements, diarrhée, perte de poids et des lésions rénales [23].

◆ **La vitamine hydrosoluble B1 :**

La vitamine B1 ou thiamine intervient essentiellement comme coenzyme et son action se situe au niveau de la transformation de l'acide pyruvique, sous-produit de la dégradation des glucides. Elle permet aussi d'accélérer la cicatrisation. La cuisson des aliments peut lui faire perdre jusqu'à 60 % d'apport.

Sa carence provoque de la fatigue musculaire y compris le muscle cardiaque, des névrites et des paralysies. Cette vitamine prise à dose élevée n'est pas toxique car elle est éliminée par les selles [23].

◆ **La vitamine hydrosoluble B2**

La vitamine B2 (riboflavine) intervient sous deux formes différentes de coenzymes, dans la dégradation des acides gras, et bien d'autres processus dont l'utilisation de certains acides aminés. Elle résiste à la cuisson, mais n'aime pas la lumière. La vitamine B2 à forte dose colore les urines en jaune citron, mais elle n'est pas toxique. La carence en vitamine B2 induit des troubles oculaires, de la peau et des muqueuses [23].

◆ **La vitamine hydrosoluble B3**

La niacine (vitamine B3 ou PP) existe dans notre ration sous deux formes : acide nicotinique et nicotamide qui sont les constituants de deux coenzymes impliquées dans le métabolisme des glucides, des lipides et des protides. La vitamine B3 contribue au maintien du cholestérol, mais ne peut s'opposer à une alimentation riche en acides gras saturés. À la cuisson, une partie des vitamines se dissout dans l'eau. Sa carence produit la pellagre (lésions cutanées gastro-intestinales). Prise en grande quantité, elle provoque des désagréments comme des bouffées de chaleur, des rougissements de la peau, des démangeaisons et picotements au cou, au visage et aux mains.

En raison de son action sur le métabolisme des acides gras, nombre de personnes sont tentées d'en augmenter les apports sans pour autant demander avis à son médecin. Cela peut s'avérer nocif d'autant plus pour les personnes souffrant du foie, chez les femmes enceintes ou qui allaitent [23].

◆ **La vitamine hydrosoluble B6**

Les besoins en vitamine B6 dépendent étroitement des apports protéiques. Ainsi ils augmentent quand on consomme des rations riches en protides, comme c'est le cas des sports de force ou lors d'un cycle de musculation.

La B6 participe aussi à l'utilisation des glucides. Elle entre aussi dans la constitution des neurotransmetteurs, des hormones et des protéines. La cuisson lui fait perdre 30 à 50 % de sa teneur, selon qu'il s'agit de viande ou de fruits et légumes.

Le manque de vitamine B6 rend irritable, conduit à des convulsions, des contractions musculaires, des calculs rénaux [23].

◆ **La vitamine hydrosoluble B9 :**

L'acide folique ou vitamine B9 intervient comme cofacteur d'enzymes impliquées dans le métabolisme de deux acides aminés et participe aux divisions cellulaires, ce qui explique pourquoi son déficit chez les femmes enceintes, puisse occasionner une anémie. La carence en vitamine B9 engendre fatigue et troubles du sommeil surtout chez la femme enceinte et le nourrisson. La cuisson des légumes fait perdre 80 à 90 % d'acide folique [23].

◆ **La vitamine hydrosoluble B12**

La vitamine B12 (cobalamine) ne se trouve que dans les aliments d'origine animale. Il faut donc consommer quotidiennement des laitages et un minimum d'œufs ou de chairs animales. La vitamine B12 intervient dans une multitude de processus métaboliques (mais on s'y est surtout intéressé en raison de son rôle dans la formation des globules rouges). Cependant, le manque de vitamine B12 se traduit par un essoufflement et une grande fatigue.

À la cuisson des aliments, la perte atteint près de 50 %. [23].

#### ◆ **La vitamine hydrosoluble C**

Sa diversité d'actions, tant dans les phénomènes liés à l'activité sportive qu'à ceux davantage en rapport avec la santé en général explique aisément son importance.

Elle intervient encore dans la synthèse du collagène (qui donne à certains tissus leur robustesse) ou encore dans celle de multiples hormones et de neurotransmetteurs, ce qui en fait un intervenant de choix dans les processus d'adaptation au stress. Elle contribue enfin à améliorer l'absorption du fer non hémérique, c'est-à-dire celui apporté par les végétaux, les œufs, et les sels de fer proposés dans le cadre de la supplémentation. L'ajout de citron ou de persil sur une source végétale de fer, ou l'ingestion d'un jus de fruit en début de repas améliorent singulièrement l'absorption du fer végétal. On la retrouve principalement dans les agrumes, les tomates, les poivrons verts et les salades vertes. Les légumes et les fruits perdent jusqu'à 90 % de vitamine C lorsqu'ils sont cuits, mais seulement 30 % si on les consomme crus.

La vitamine C, contrairement à ce qu'on a longtemps pensé, n'améliore pas les performances de sujets exempts de carence en acide ascorbique pas plus qu'elle ne constitue un antiasthénique ni un excitant : son ingestion à des doses physiologiques (de l'ordre de ce que délivre un repas équilibré) n'affecte pas le sommeil [23].

### **3-3-Aperçu sur les fibres alimentaires :**

Les fibres sont des glucides que l'organisme ne sait ni digérer ni assimiler, et de ce fait, elles ne fournissent pas d'énergie comme les autres glucides. Elles proviennent de différentes sources alimentaires : son (l'enveloppe) des céréales, légumes et légumineuses, fruits et graines oléagineuses.

On connaît leurs vertus surtout au niveau du transit intestinal car elles augmentent le volume des selles et diminuent les inconforts de la constipation. Il existe deux types de fibres : les fibres solubles et les fibres insolubles.

#### **3-3-1-Propriétés des fibres solubles :**

Ces fibres plus douces, solubles forment comme un gel, en leur présence le milieu s'épaissit ou gélifie.

- ✓ Elles forment une sorte de gel pendant la digestion et permettent : de prévenir la constipation.
- ✓ De diminuer l'absorption du cholestérol et des graisses alimentaires. En diminuant l'absorption des graisses et en réduisant le LDL-cholestérol sanguin et les triglycérides, elles jouent un rôle dans la diminution des maladies cardio-vasculaires.
- ✓ De ralentir la digestion des glucides. En freinant la montée de la glycémie (taux de sucre sanguin), leur consommation aurait un impact important sur la prévention du diabète de type 2.

Douces pour les intestins, elles peuvent être conseillées chez les personnes ayant des intestins fragiles ou un côlon irritable. Elles stimulent moins le transit que les fibres insolubles.

Elles prolongent la sensation de satiété et permettent ainsi d'avoir faim moins rapidement et de mieux gérer son poids. Les fibres solubles favorisent également l'équilibre de la flore intestinale et seraient ainsi préconisées dans la prévention des risques de cancers digestifs et en particulier de cancer colorectal [23].

### **3-3-2-Propriétés des fibres insolubles :**

La cellulose, l'hémicellulose et la lignine sont des fibres insolubles. Elles se retrouvent dans la peau, les graines, les légumes feuilles et les racines sous forme de cellulose, lignine ou certaines hémicelluloses. En absorbant l'eau, elles gonflent et augmentent le volume des selles et stimulent ainsi les contractions intestinales. En accélérant le transit et la fréquence des selles, elles permettent de lutter contre la constipation.

Leur consommation n'est donc pas à recommander en cas de diarrhées ou de selles molles. Les fibres alimentaires, notamment les fibres dures, ont un fort pouvoir hydrophile, c'est-à-dire qu'elles peuvent gonfler en absorbant jusqu'à 20 fois leur poids en eau. Cette grande capacité à gonfler et retenir l'eau le long de leur trajet dans l'estomac et l'intestin facilite la réduction de la quantité des prises alimentaires et permet d'augmenter le volume des selles, ce qui accélère le transit intestinal.

NB : -Les fibres les plus représentées sont les fibres insolubles.

-Apports conseillés : une valeur d'au moins 25 à 30 g par jour est retenue en tant que recommandation pour un adulte bien portant [23].

### **3-4-Les besoins nutritionnels énergétiques :**

On distingue plusieurs aspects de ces besoins à savoir la quantité, la qualité et l'énergie .Les protéines et les glucides fournissent 4 Kcal/g, les lipides 9 cal/g et les fibres 2 kcal/g.

Si l'adulte a besoin de 2200-4000 Kcal/j suivant les circonstances, les besoins de l'enfant sont proportionnellement élevés du fait de la croissance de son organisme. (29) ; Ainsi,

- De 0 à 2 ans : 100 Kcal/kg/j
- De 2-6 ans : 1200-1500 Kcal/j
- Entre 6-13 ans : 1 500-2 500 Kcal/j
- Entre 13-18ans: 2 500-3 200 Kcal/j.

Une bonne nutrition nécessite aussi un apport qualitatif précis. L'aspect le plus important concerne l'apport en protéine. Elles sont indispensables à la croissance, à l'entretien et à la réparation des tissus de l'organisme.

Pour rester en bonne santé, un enfant de 0-1 an a besoin chaque jour de :

- 3 g de protéines/kg/j.
- 10 à 15 g/kg/j de glucides,
- environ 3 g/kg/j pour le besoin lipidique. [24].

**Tableau I** : Récapitulatif des besoins quantitatifs journaliers des sels minéraux et vitamines selon les différents groupes d'âge.

Eléments nutritifs	Nourrissons	Enfants	Adultes	Personnes âgées
<b>Fer (mg)</b>	05-1	7-10	10	10
<b>Zinc (mg)</b>	5	10	15	15
<b>Calcium (mg)</b>	600	700	800	1200
<b>Magnésium (mg)</b>	50	120-240	500	360-420
<b>Phosphore (mg)</b>	400	700	800	800
<b>Potassium (g)</b>	0.750	1.1	3.5	3
<b>Vitamine A (µg)</b>	350	400	1,5	600-700
<b>Vitamine D (µg)</b>	20-25	10	10	10-15
<b>Vitamine C (mg)</b>	50	60	60-200	100-120
<b>Vitamine B1 (mg)</b>	0,2	0,4	1,5	1.1-1.3
<b>Vitamine B2 (mg)</b>	0,4	0,8	1,7	1.5-1.6
<b>Vitamine B3 (mg)</b>	5-6	13	18	11-14
<b>Vitamine B6 (mg)</b>	0,3	0,6	2	2.2
<b>Vitamine B9 (µg)</b>	25-35	100	400	400-800
<b>Vitamine B12 (µg)</b>	0,5	0,8	3-6	3

### **3-5-Monographie des plantes**

#### **3-5-1-Vigna subterranea :**

##### **3-5-1-1-Nom vernaculaires**

Français : pois de terre ou pois bambara

Malien : tiganikûrû

Bénin : Azingokouin

##### **3-5-1-2-Systematique : Plantes dicotylédones**

.Règne : Plantae  
 .Sous règne : Tracheobionta  
 .Division : Magnoliophyta  
 .Classe : Magnoliopsida  
 .Sous classe : Residae  
 .Ordre : *Vigna*  
 .Espèce : *subterranea*

##### **3-5-1-3-Description botanique :**

Plantes herbacée annuelle, mais le plus souvent cultivée pendant la saison pluvieuse, à tige rampante juste au-dessus de la surface du sol.

Système racinaire : Constitué d'un pivot avec des racines latérales plus profondes : nodules arrondis ou lobés.

Système des feuilles : Alternes, 3 folioles, glabres, pétiole érigé atteignant 30cm de long et épaissi à la base ; Folioles elliptiques.

Système des fleurs : Inflorescence : fausse grappe axillaire, proche du sol. Fleurs : pédoncules de 0.5-2cm, bisexués.

Système des fruits : Gousse indéhiscente presque globuleuse d'environ 2.5cm diamètre, contenant habituellement 1 graine voire 2.

Système des graines : de 8.5-15mm x 6.5-10mm x 5.5-9mm, colorées diversement en blanc, crème, rouge, noir, ou brun, parfois mouchetées, tachetées ou rayées ; œil autour du hile, parfois présente, de forme et de couleur variable .

NB : Plantule à germination hypogée.

#### Croissance et développement

La température optimale pour la germination est de 30-35°C, au-dessus de 40°C la germination est très faible.

La levée prend 5-21 jours. La floraison commence 30-55 jours après semi et peut continuer jusqu'à la mort de la plante. Après fécondation, le pédoncule se développe et les gousses sont formées sur ou sous la terre et atteignent leur taille maximale au bout de 30 jours environ. Les grains grossissent et atteignent la maturité pendant les 10 jours suivants, lorsque la couche parenchymateuse entourant l'embryon a disparu et que les taches brunes apparaissent à l'extérieur de la gousse. Les graines sont mûres 3-6 mois après la germination.

Ecologie : La plante tolère la sécheresse et est cultivée dans des régions à pluviométrie annuelle moyenne de 600-750 mm, quoique les meilleurs rendements soient obtenus lorsque la pluviométrie est plus élevée (900-1200mm/an). la fructification peut également être retardée par la sécheresse. Des sols riches en Phosphore et potassium lui sont favorables, contrairement aux sols calcaires. Les sols riches en azote favorisent la croissance végétative.

#### Multiplication et plantation

Multiplication par graines. Les semences sont habituellement gardées à partir des précédentes récoltes ou achetées sur des marchés locaux. Non directement semées après les premières pluies, car les cultures vivrières ou de rapport tendent à être prioritaires. Un espacement rapproché rend le buttage difficile ; les graines sont souvent placées dans des trous, en laissant tomber 1-4 graines dans chaque trou et en le recouvrant de sol, parfois on utilise un semoir, ou bien les graines sont semées juste derrière la charrue. Les paysans sèment souvent moins profondément (6cm est recommandée). peut être cultivé en culture intercalée entre les céréales.

Gestion : Désherbage 1-3 fois souvent à la houe. L'utilisation du fumier animal ou chimique n'est pas courante.

Récolte : Les graines mûres sont récoltées lorsque les feuilles jaunissent et tombent, et lorsque les gousses ont durcies, la récolte s'effectue en arrachant les plantes à la main ou à la houe. Les feuilles sont laissées au champ ou servent à nourrir les animaux.

Traitement après récolte : Les gousses sont séchées au soleil et stockées dans des bidons ou sacs ou bouteilles. elles peuvent être écosées au mortier.

### **3-5-1-4-Habitat :**

Légumineuse alimentaire mineure d'Afrique sub-saharienne, il s'adapte à diverses conditions climatiques et écologiques ; et est originaire d'Afrique de l'Ouest. Elle tolère la sécheresse et les sols pauvres.

### **3-5-1-5-Usage**

#### ✓ Alimentaire :

-Traditionnel : Voandzou précuit, farine de Voandzou pour la préparation des recettes traditionnelles (abla, atta, adowe, aklui au Benin), soupe de graines avec viande, granule de Voandzou pour la viande hachée.

-Autres utilisations alimentaires :Farine de Voandzou mélangée à celle du blé pour la préparation de biscuits (Laboratoire de technologie alimentaire), Bouillie infantile instantanée à base de fonio, de farine de Voandzou, de banane, de papaye, du sucre et du lait (LTA), Lait de Voandzou (Benin), Fromage de voandzou (Benin), Pâte alimentaire enrichie au Voandzou (Benin), granulés de farine de Voandzou enrichie au baobab (Benin), gâteaux faits avec la farine de Voandzou enrichie au Moringa (Benin), soupe instantanée de graines de Voandzou (LTA), biscuit de Voandzou (LTA),

#### ✓ Médical traditionnel: Aphrodisiaque : farine de Voandzou mélangée à du sel gemme (communication personnelle avec A.SEYBA, 2017).

La farine de Voandzou utilisée comme pansement gastrique et en cas d'indigestion (communication personnelle avec Dr koréissi Yara , 2018).

#### ✓ Autres utilisations :

-Le voandzou joue un rôle dans la fertilisation du sol. Il est capable de fixer l'azote atmosphérique en formant des nodules avec des bactéries du groupe Brady rhizobium.

Les mécanismes impliqués dans la mobilisation des ions «phosphate» sont la diffusion par le Pd (ions «phosphate» diffusibles), l'acidification par la baisse de pH, la minéralisation de P organique via la phosphatase.

-Les graines sont aussi utilisées dans l'alimentation des porcs et des volailles et les feuilles comme fourrages dans certains pays.

### **3-5-2-Corchorus olitorus**

#### **3-5-2-1-Nom vernaculaire**

Anglais : Mallow

Français : La Corète potagère, ou encore la « mauve des juifs »

Malien : Fakouhoye

Côte d'Ivoire : kplala, nanounkoun

Togo : adèmè

Cameroun : -Tegue par les Bétis,

-Gbarack par les Bafia,

-Django par les Bassa,

-Keleng keleng par les Douala,

-Lalo en Ffuld .

Moyen –orient, Maghreb, Afrique du nord : mloukhiya ,

Japon : shimatsunaso

### **3-5-2-2-Systematique**

.Règne: Plantae

.Division: Magnoliophyta

.Classe : Magnoliopsida

.Ordre : Malvales

.Famille : Tiliaceae

.Genre : *Corchorus*.

.Espèce : *olitorus*

### **3-5-2-3-Description botanique :**

C'est une plante annuelle à port érigé, à tige haute d'environ 1m, droite et peu ramifi e. Elle présente des feuilles alternes, lanc ol es, dent es, oblongues, vertes, moyennes, brillantes et glabres. Les fleurs sont jaunes et petites. Le fruit est une capsule cylindrique et allong e. Les graines sont très petites de couleur vert-grisâtre. Le semi est direct. Elle s'adapte à tous types de climat.

**3-5-2-4-Habitat :** Originaire d'Inde. La plupart du temps, le Corchorus est produit en zone urbaine ou périurbaine et moins fréquemment en zone rurale.

### **3-5-2-5-Usage**

✓ Alimentaire :

Au Mali : Sauce « fakouhoye » avec riz ou t .

Au Burkina : Sauce feuilles « babenda » où les feuilles sont m lang es à d'autres légumes feuilles

En Côte d'Ivoire : Sauces feuilles,

En Asie, au Sud de l'Europe, en Afrique du Nord : Feuilles s ch es et moulues sont utilis es comme épices, feuilles fraîches sont utilis es comme sauce feuilles.

✓ Utilisations médicinales traditionnelles : les pousses feuilles servent contre les troubles

cardiaques, une infusion des feuilles peut être consomm e contre la constipation.

✓ Autres utilisations

-Utilis e en Europe du Sud et en Asie comme plante textile, notamment pour la fabrication de toile de jute (tige).

### **3-5-3-Amaranthus sp**

#### **3-5-3-1-Nom vernaculaires**

Français : épinard

Malien : Naboulou

Côte d'Ivoire : Bonronbourou

Cameroun : -*Kumkum* par les Bafia,

-*Ndjap mekat* par Bamilekés,

-*Po'oga* par les Bassa,

-*Folong* par les Betis,

-*Biwolè* par les Douala e

-*Hakondjam* en Ffuldé

### 3-5-3-2-Systematique

.Règne : Plantae

.Division : Magnoliophyta

.Classe : Magnoliopsida

.Ordre : Caryophyllales

.Famille : Chenopodiaceae ou

Amaranthaceae (selon la classification phylogénétique ).

Genre : *Amaranthus* sp

### 3-5-3-3-Description botanique

Tige de hauteur à maturité : 0.45-2m, largeur à maturité :0.5-0.8m et teintée de rouge. Feuilles larges formant un petit buisson rouges aux vertes avec des nervures en caduc. Fleurs rouges, verdâtre, pendantes, atteignent le sol. Multiplication se fait par semi avec une croissance rapide et un moindre besoin en eau ; entretien est facile et se fait sur tout genre de Sol.

**3-5-3-4-Habitat** : Plante originaire des basses terres tropicales d'Amérique du Sud et d'Amérique centrale, elle est actuellement présente dans les régions tropicales et subtropicales dont l'Afrique tropicale. On la rencontre parfois également dans les zones tempérées.

### 3-5-3-5-Usage

#### ✓ Utilisations alimentaires

-Traditionnelles : Sauce naboulou + pâte d'arachide accompagnée du riz, sauce feuilles (Mali, Côte d'Ivoire, Burkina Faso).Sauce « Babenda » (Burkina Faso) dans laquelle les feuilles d'Amarante sont mélangées à d'autres légumes feuilles.

#### -Autres utilisations alimentaires :

Amarante séché (pour donner de la poudre d'Amarante) :

Gâteaux et biscuits enrichis à poudre d'amarante, Yaourt et Dèguè enrichis à la poudre d'amarante, Pâte alimentaire enrichi à l'Amarante, Granulés ou Aklui faits à partir de la poudre de l'Amarante et de la farine de patate douce à chair orange riche en vitamine A (complexe utilisé pour des bouillies instantanées pour combattre la malnutrition : Benin), l'Amarante sous forme de thé aromatisé à la menthe ( Benin),

#### ✓ Autres usages :

-Usage médicinale traditionnelle : anémie ; Kwashiorkor ; régulateur de tension artérielle et propriété fertilisante.

-Utilisée comme fourrage des bétails, car susceptible d'améliorer le rendement en lait du bétail (Cameroun).

#### **4- MÉTHODOLOGIE :**

##### **4-A-Consommation**

L'enquête de consommation a été faite par Charlie M'Bosso, consultante de Bioversity International en collaboration avec les chercheurs de l'Institut d'Economie Rurale (IER).

**4-A-1- Lieu d'étude :** L'étude a été faite au Mali :

Précisément :

- A Ségou dans les villages de
  - \* Boumboro,
  - \* Bolimasso,
  - \* Somo,
  - \* Bountenisso ; et
- A Sikasso, au niveau des villages de
  - \* Siramana,
  - \* Finkoloni,
  - \* N'Gountjina,

\* Kaniko,

**4-A-2- Cadre d'étude :** Cette étude a été menée dans le cadre de la convention IER/URG-BIOVERSITY international portant sur « connecter les chaînes de valeur de la biodiversité agricole, à l'adaptation au climat et à la nutrition : autonomisation des pauvres pour la gestion des risques »

**4-A-3- Type d'étude :** Il s'agissait d'une étude prospective.

Les villages dans les régions de Ségou et de Sikasso, ont été choisis sur la base de leur haut niveau de production de diverses variétés des graines de Voandzou, des feuilles de Corchorus et d'Amarante.

A l'intérieur des villages, le sondage était du type aléatoire simple.

**4-A-4- Période d'étude :** L'étude a été menée

- De Janvier à Décembre 2016 auprès des consommateurs de Voandzou, de Corchorus et d'Amarante dans les régions de Ségou et Sikasso.

**4-A-5- Population d'étude :**

Il s'agissait des consommateurs, des graines de Voandzou, des feuilles de Corchorus et d'Amarante dans huit (8) villages des régions de Ségou et Sikasso au Mali ;

➤ **Critères d'inclusion et de non inclusion :**

**4-A-5-1- Critère d'inclusion :** tout chef de famille ou femme des ménages qui représentait chaque famille consommatrice et qui résidait dans le village concerné, était intégré dans l'étude.

**4-A-5-2- Critère de non inclusion :**

N'était pas inclus dans l'étude tout chef de famille ou femme des ménages refusant de participer ou souffrant de maladie ou d'invalidité affectant les capacités oratoires.

**4-A-6- Echantillonnage :**

**4-A-6-1-Taille de l'échantillon sur les consommateurs :**

L'échantillon a été constitué sur la base de l'importance de la production et également du degré de motivation de la population lors des entretiens préliminaires dans les différents villages.

**Tableau II :** taille de l'échantillon dans les villages cibles de l'étude au Mali (régions de Ségou et Sikasso),(Charlie M'Bosso et IER).

Régions	Villages	Population	Familles dans la Cmnté	Familles Enquêtées
	Boumboro	312	56	50

Ségou	Bolimasso	478	104	50
	Somo	2520	535	60
	Bountenisso	908	199	50
Total Ségou				210
Sikasso	Siramana	2127	302	50
	Finkoloni	1980	279	54
	N’Gountjina	3372	437	50
	Kaniko	2210	284	50
total Sikasso				204

**NB** : Cmntyé : communauté

-Les consommateurs ont été choisis selon leur degré de responsabilité dans le ménage (chef de famille ou femme des ménages).

-Au total, 414 familles ou ménages ont été enquêtés.

#### **4-A-7- Outils et techniques de collecte :**

Dans chaque village des associations locales d’agriculteurs ont été contactées pour faciliter la collecte des échantillons et des informations.

##### **4-A-7-1- Outils de collecte :**

- Entretiens en mode face à face semi directive.

- Focus groupes ont été organisés dans chaque village avec 576 participants (paysants) dont 61% étaient des femmes

##### **4-A-7-2-Technique de Collecte :**

- L’interview a concerné toutes les femmes des ménages de chaque Concession, sinon le chef de famille.

- Les entretiens ont portés sur la consommation mensuelle et annuelle des graines de Voandzou, et des feuilles de Corchorus et d’Amarante.

#### **4-A-8- Saisie et analyse des données :**

La saisie et l’analyse des données ont été faites sur les logiciels Microsoft Word, Excel, la base R v 3,02. Les variables qualitatives ont été présentées par leurs fréquences.

#### **4-A-9- Considération éthique :**

L'enquête a démarré avec l'approbation des chefs des villages cibles et celle de l'Association des agriculteurs des dits villages.

La participation à l'étude a été volontaire et le consentement libre, éclairé et verbal de tous les participants de l'étude a été obtenu.

#### **4-A-10- Utilisation des résultats de l'étude :**

Les résultats de l'étude seront utilisés au-delà de l'élaboration de la thèse de Doctorat en Pharmacie ; Nous procéderons à la rédaction des articles scientifiques pour publication dans des revues scientifiques.

### **4-B-Valeurs nutritionnelles**

#### **4-B-1- Lieu d'analyse des échantillons :**

Les études techniques et d'analyse chimique sur les valeurs nutritionnelles des graines de Voandzou, des feuilles de Corchorus et d'Amarante ont été faites à Bamako, précisément au :

-Laboratoire de Technologie Alimentaire (LTA) de l'Institut d'Economie Rurale (IER) de Sotuba ;

-Laboratoire de nutrition animale (LNA); sis au sein de l'Institut d'Economie Rurale de Sotuba.

-Laboratoire PROSLABS.

**4-B-2- Période d'analyse des échantillons :** Les études sur les valeurs nutritionnelles ont menées de Février à Mai 2017.

**4-B-3- Population d'étude :** Il s'agissait des graines de Voandzou, des feuilles de Corchorus et d'Amarante.

#### **4-B-3-1- Critères d'inclusion :**

Toute graine de Voandzou, et feuille de Corchorus et d'Amarante collectées auprès des agriculteurs étaient incluse dans l'étude.

#### **4-B-3-2- Critère de non inclusion :**

Toute graine ou feuilles attaquée par les insectes ; ou toute feuille sombre n'était pas incluse dans l'étude.

#### **4-B-4- Outils et techniques de collecte des échantillons de produits :**

- Certaines caractéristiques morphologiques, agronomiques, et environnementales ont

été définies par les agriculteurs et documentées par les agents au niveau de l'IER.

- Pendant les discussions en groupe, les agriculteurs ont été invités à lister (en utilisant

les noms vernaculaires) les différentes variétés locales de graines de Voandzou, de feuilles de Corchorus et d'Amarante cultivées.

#### **4-B-4-1- Voandzou :**

Il a été demandé aux agriculteurs d'apporter des échantillons de chaque variété locale identifiée,

- Les premiers critères de sélection étaient la pureté variétale et la propreté.
- Par consensus, trois (3) échantillons de 2kg de chaque variété locale (à raison de 2kg/agriculteur/écotype) ont été achetés auprès des agriculteurs et certains fournis gratuitement.
- Les échantillons ont été emballés séparément dans des sachets plastiques et fermés hermétiquement pour ensuite être transportés au LTA de l'IER.

On a récolté dans l'ensemble treize (13) échantillons étiquetés de différents villages ou localités dont seulement cinq (5) échantillons ont été sélectionnés du fait de la similarité entre les caractéristiques morphologiques, mais aussi pour raison budgétaire.

**Tableau III** : Sites et période de collecte des échantillons des différentes variétés des graines de Voandzou.

<b>Variété</b>	<b>Régions</b>	<b>Villages</b>	<b>Période</b>	<b>Collecteurs</b>
Thiyamba Oulé	-Ségou  -Sikasso	- Boumboro et Somo  - Finkoloni, N'Gountjina, et Siramana	JANVIER 2017	Agents de L'IER
Noudafing koutiala waranikala	-Ségou	-Boumboro		
Alirinoro	-Ségou	-somo, Boumboro, et Bolimasso,		

	-Sikasso	-Finkoloni, N’Gountjina,et Siramana		
Thiyandjè Koutiala	-Ségou	-Boumboro, Somo, et Bolimasso		
Bathiya	-Sikasso  -Ségou	-N’Gountjina, Siramana, et Finkoloni -Somo;Boumboro, -Bolimasso		

**4-B-4-2- Corchorus et Amarante :**

- Les échantillons ont été prélevés au niveau des différents villages sites auprès des agriculteurs pour former un échantillon composite par culture.
- L’échantillon était constitué de feuilles, et contrairement au Voandzou, dans toutes les localités les variétés de Corchorus et d’Amarante avaient les mêmes appellations :
  - ✓ Feuilles larges ou minces pour le Corchorus,
  - ✓ Feuilles rouges ou vertes pour l’Amarante.
- Un échantillon représentatif de chaque variété a été recueilli et emballé séparément dans

un sac en tissu, placé dans des récipients fermés en polyéthylène et transporté au LTA de l’IER à Bamako.

**Tableau IV :** Sites et période de collecte des différentes variétés des feuilles de Corchorus et d’Amarante.

<b>Variété</b>	<b>Régions</b>	<b>Villages</b>	<b>Période</b>	<b>Collecteurs</b>
Feuilles minces du Corchorus	-Ségou  -Sikasso	- Somo, et Boumboro. - Finkolini, Siramana, et N’Gountjina	JANVIER 2017	Agents de l’IER
Feuilles larges du Corchorus	-Ségou  -Sikasso	- Somo, et Boumboro. - Finkoloni, Siramana et N’Gountjina		
Feuilles rouges de l’Amarante	-Ségou  -Sikasso	- Somo, et Boumboro. - Finkoloni et N’Gountjina		
Feuilles	-Ségou	- Somo, et		

vertes de l' Amarante	-Sikasso	Boumboro. - Finkoloni, Siramana et N'Gountjina		
--------------------------	----------	---	--	--

#### **4-B-5- Saisie et analyse des données :**

Les données ont été saisies sur Excel (Microsoft 2013) et ensuite analysées avec le logiciel PACS Statistiques SPSS 18. Les variables quantitatives ont été présentées par leurs moyennes et écart types.

#### **4-B-6- Analyses techniques des échantillons au LTA :**

##### **4-B-6-1- Gaines de Voandzou :**

- Les graines une fois décortiquées ont été nettoyées sèchement à l'aide d'une petite serviette et réemballées dans des sachets transparents (plastiques) en deux (2) exemplaires ;

##### **4-B-6-2- Feuilles de Corchorus et d'Amarante :**

- les feuilles vertes sombres, attaquées par les insectes et/ou endommagées ont été éliminées avant le nettoyage à sec et remballées dans des sachets plastique transparents en deux exemplaires.

Les échantillons ainsi traitées au LTA ont été envoyées dans les différentes aboratoires d'analyse chimique (deux exemplaires de chaque échantillon).

#### **4-B-7-Analyse chimique des échantillons au LNA :**

- Il s'agissait d'un des Laboratoires centraux de l'IER qui s'occupe de l'analyse des produits alimentaires animaux et d'origines animales.

- Pour des raisons d'ordre budgétaire, les analyses sur les feuilles se sont limitées aux minéraux et vitamines.

#### **➤ Matériels et méthodes :**

##### **4-B-7-1-Matière sèche :**

###### **4-B-7-1-1- Matériels :**

- Dessiccateur,
- Creuset,
- Balance de précision,
- Etuve.

###### **4-B-7-1-2- Procédé :**

-les creusets ont été d'abord chauffés pendant un temps, juste pour y évacuer toute trace d'humidité ;

-nous les avons placés ensuite dans le dessiccateur pour abaisser la température tout en évitant d'éventuelle contamination par l'Humidité.

-Deux (2) grammes de chaque échantillon ont été pesés et introduits dans un creuset marqué du code d'analyse de l'échantillon.

-les creusets contenant les échantillons sont introduits dans l'étuve à 105°C pendant 4h.

-Après les 4h dans l'étuve et juste 15mn minutes dans le dessiccateur, on a pesé de nouveau les dessiccateurs.

-le pourcentage de matière sèche est obtenue par

Le calcul suivant :

$$[(P2-P1) \times 100] / 2 \text{ avec}$$

- P1=masse du creuset avant l'étuve,
- P2=masse du creuset après l'étuve.

#### **4-B-7-2- Protéines :**

##### **4-B-7-2-1- Matériels :**

-Bécher,

-Colonnes,

##### **4-B-7-2-2- Procédé :**

- Etape de la pesée : 0.3 gramme de chaque échantillon, pesé à l'aide de la balance

de précision, est mis dans des colonnes marquées du code d'analyse de l'échantillon. Ces pesées sont faites en doubles pour une meilleure précision des résultats.

- Etape de la minéralisation :

-12ml d'acide sulfurique 98%, plus un (1) comprimé catalyseur (le 1000 kjeltabs Cu/3.5 composé de 3.5g de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, de 0.4 de CuSO<sub>4</sub>x5H<sub>2</sub>O) ont été ajoutés à l'échantillon contenu dans la colonne.

-Nous avons passé l'ensemble des cylindres au niveau du bloc de minéralisation (azote) à 420°C pendant 1h.

-Nous avons obtenu ainsi les solutions limpides.

- Etape de la dilution : chacune des solutions limpides a été diluée avec 50ml d'eau distillée.

- Etape de la distillation :

- 30cl d'acide borique (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) jouant le rôle de piégeant d'ammoniac, plus un indicateur coloré (mélange Méthyl + vert de Bromocresol sont mis dans la colonne contenant la solution limpide.

- Chaque colonne est passée au niveau de l'unité de distillation d'azote couplé à un système permettant l'ajout de 50ml de soude dans la colonne.

- la distillation est faite pendant 5mn pour chaque échantillon et conduit à des solutions de couleur verte indicateur du milieu basique.

- Etape du Titrage :

- Chaque colonne est ensuite passée au niveau de l'unité de titrage où on y a plongé un agitateur magnétique.

- De l'acide sulfurique 0.1 N est ajouté progressivement dans la colonne tout au long de l'étape, jusqu'à l'obtention d'une coloration rouge de la solution.

- Etape du calcul :

- le pourcentage d'azote a été calculé par la formule suivante :

$$\%N = (V-V_0) \times 0.47 \text{ et } 0.47 = (1.4 \times N') / M$$

Avec V= volume d'acide sulfurique 0.1N versé dans la solution

V<sub>0</sub>=volume du blanc

N' =normalité d'acide sulfurique (ici 0.1)

M =masse de l'échantillon (ici 0.3)

1.4 est une constante

- le pourcentage de protéines est calculé comme suite : % P= %N x 6.25

Avec 6.25=facteur de conversion.

#### **4-B-7-3- Matière grasse :**

##### **4-B-7-3-1-Matériels :**

- Réfrigérant
- Bain-marie
- Plaque chauffante
- Cartouche
- Ballon
- Balance de précision électronique
- Extracteur

##### **4-B-7-3-2-Procédé :**

- Deux (2) g de chaque échantillon ont été pesé grâce au balance de précision électronique et introduits dans la cartouche qui recouverte de coton, est placée dans l'extracteur et le tout placé sur un ballon.

- 250 ml d'hexane est versé dans l'extracteur.
- L'ensemble a été placé dans le bain-marie et sous le réfrigérant.
- Une fois la température d'ébullition de l'hexane atteinte,

la quantité de chaleur fournie par le bain-marie est abaissée et la procédure chronométrée pour une durée de 6h.

- L'hexane entraîna progressivement la matière grasse et la déposa au fond du ballon.
- Une fois les 6h écoulées, l'hexane est récupérée progressivement à chaque 2mn,

Jusqu'en épuiser toute la quantité ; où il ne va plus rester que la matière grasse au fond du ballon.

**NB** : la cartouche est enlevée depuis la première récupération de l'hexane.

- La matière grasse dans le ballon a été mise dans l'étuve à 80°C pendant 1h pour supprimer toute trace de solvant.

- L'ensemble ballon-matière grasse est pesé.
- Le pourcentage de matière grasse est calculée par la formule suivante :  
$$\%MG = [(P_2 - P_1)] \times 100$$

Avec P1=masse du ballon vide numéroté et pesé au préalable,  
P2=masse du ballon contenant la matière grasse après l'étuve

#### **4-B-7-4- Energie :**

##### **4-B-7-4-1- Matériels**

- Calorimètre
- Système de refroidissement
- Balance de précision
- Bouteille d'oxygène
- Imprimante couplée au calorimètre
- Bombe
- Creuset
- Fil de coton
- Fil de mise à feu

##### **4-B-7-4-2- Procédé :**

- 0.20 g de chaque échantillon a été pesé et mise dans un creuset tout en le mettant

en contact avec le fil de coton suspendu au fil de mise à feu (tous les deux inflammables), et le tout mis en contact avec la bombe

- La bombe est ensuite remplie d'oxygène grâce à un dispositif relié à la bouteille

d'oxygène.

- La bombe a ensuite été introduite dans le calorimètre auquel est couplée une imprimante pour l'impression des résultats.

**NB** : Certains paramètres du Calorimètre à régler manuellement :

- Valeur calorifique : 1409,26 pour la bombe n°1 qu'on a eu à utiliser,
- Date et heure,
- Unité pour le résultat : le joule,
- Sélection du temps de l'essai préliminaire : 120 s,
- Masse de l'échantillon.

#### **4-B-7-5- Cellulose :**

##### **4-B-7-5-1- Matériels :**

- Balance de précision électronique
- fiolle
- papier aluminium
- Creuset de Gooach (creuset filtrant contenant du sable)

##### **4-B-7-5-2- Procédé :**

- 1g de l'échantillon a été pesée et mis dans une fiole.
- 50ml d'acide sulfurique 0.3N ont été ajoutés dans la fiole, qui ensuite a été recouverte de papier aluminium et passée sur la plaque chauffante pour 30mn.
- 25ml de NAOH ont été ajoutées à la solution obtenue qui a été repassée sur la plaque chauffante pour 30mn encore.

- La solution ainsi obtenue est ainsi filtrée à travers un creuset de Gooach.
- Le résidu de filtration retenu par le sable a subi un séchage à 150°C pendant 2h dans l'étuve et ensuite pesé pour donner une masse P1 (celui du creuset, du sable et du résidu).
- Ce même résidu contenu dans le creuset subit une calcination toujours dans l'étuve à 700°C pendant 2h et pesé pour donner une masse P2 (du creuset et du sable).
- La quantité de cellulose est obtenue par un calcul de soustraction de la masse P2 de la masse P1.

#### **4-B-8- Analyse chimique des échantillons au PROSLABS**

Il s'agissait d'un laboratoire d'analyse environnementale, alimentaire, et minérale.

A ce niveau les analyses ont concerné les microéléments et les vitamines.

Cependant du fait des contraintes budgétaires, seulement quelques micronutriments dont le Fer, le Zinc, le Calcium, le Phosphore, le Potassium, le Magnésium ; et seulement la vitamine A a pu être analysée et quantifiée, pour raison de manque de matériels d'analyse appropriés (étalons spécifiques de chaque vitamine, lecteur Elisa,...).

##### **4-B-8-1- Les microéléments :**

- Le Fer et le Zinc dits éléments traces ont été analysés selon la norme NF EN 14082 de Juin 2003 portant sur le dosage des éléments traces.
- Le Calcium, le Potassium, le Magnésium, dits éléments majeurs ont été analysés selon la norme NF EN 6869 portant sur le dosage des ions positifs.
- Le Phosphore selon la norme NF EN 6491 portant sur le dosage des ions négatifs.

**NB :** Tout compte fait, ces normes ne présentaient de différence majeure qu'au niveau de la lecture, sinon les phases de mise en solution étaient pratiquement les mêmes ; raison pour laquelle nous avons fait qu'une seule étape de mise en solution pour l'ensemble de ces minéraux.

##### **➤ Matériels et méthodes**

###### **4-B-8-1-1- Matériels**

- Creuset en porcelaine
- Balance sensible
- Spatule
- Broyeur électrique
- Four
- Pipette graduée de 0-10ml avec une pro-pipette
- Becher en plastique
- Dessiccateur
- Plaque chauffante

- Papier filtre
- Entonnoir
- Pipette jaugée de 100ml

#### **4-B-8-1-2- Procédé**

##### **- Mise en solution**

- **Broyage** : Finement des échantillons avec un broyeur électrique de marque Moulinex préalablement bien nettoyé, et après chaque échantillon.
- **Pesée** : Nous avons pesé 10mg de chaque échantillon l'aide d'une balance extrêmement sensible, d'un spatule et dans un creuset portant le code de l'échantillon.
- **Séchage au four** : les creusets d'échantillon ont été mis dans un four programmable à 105°C pendant 4h avec un réglage au préalable à 15mn pour atteindre les 105°C au bout duquel on a commencé à chronométrer le temps.
- **Calcination** : les creusets ont été remis dans le four, après être passés dans le dessiccateur pour un temps de refroidissement, à 450°C pendant 12h.
- **Dissolution des cendres des échantillons** :
  - Les creusets sont retirés du four et refroidis dans le dessiccateur,
  - Les cendres ont été dissoutes avec 3ml d'eau ultra pure ;
  - Cette eau a été évaporée sur la plaque chauffante ;
  - Les creusets sont replacés dans le four à 200°C puis progressivement à 450°C, et cela pendant 2h pour obtenir la calcination des échantillons. Nous avons obtenu ainsi des cendres grises.
  - Cinq(5) ml d'acide chlorhydrique (concentré à 37%) ont été ajoutés aux cendres en veillant à ce que toutes celles ci soient totalement imprégnées ;
  - Tout l'acide a été évaporé sur la plaque chauffante ;
  - Les résidus ont été dissouts dans un volume connu avec précision d'acide nitrique concentré. -Agitation en recouvrant les creusets avec un verre de montre, et repos pendant 1-2h.
  - Les solutions ainsi obtenues sont remuées minutieusement à l'aide d'un agitateur, puis transvasées dans des fioles de 100ml puis complétées à 100ml avec de l'eau ultra pure.
  - Ces solutions sont filtrées à l'aide d'un papier filtre et les filtrats ainsi recueillis vont ainsi faire l'objet de lecture.

##### **- Lecture**

A ce niveau nous notons une différence d'appareillage de lecture :

- MP-AES pour le Fer et le Zinc dits éléments traces.
  - Chromatographie ionique (CI) pour le Calcium, le Magnésium, le Potassium, le Phosphore dits éléments majeurs.
- La lecture avec la CI pour les éléments majeurs a été faite comme suit :
- La conductibilité des solutions d'échantillons a d'abord été mesurée grâce à un conductimètre par rapport à la valeur 700µs/cm.

- Pour une valeur inférieure à 700 $\mu$ s/cm comme le cas de nos solutions, il n'y avait pas nécessité de dilution.

- Chaque solution est passée au filtre composé d'un papier filtre, d'un entonnoir et d'un bécher.

- Les filtrats obtenus sont transvasés dans des viales qui sont mises dans des puits au niveau du porteur de la CI.

- Nous avons ensuite procédé à une étape de stabilisation qui consistait à connecter la CI à l'ordinateur.

- Au niveau de l'ordinateur la conductibilité des anions (ions Phosphore) est portée à 0.8 $\mu$ s/cm (une valeur inférieure à 1 $\mu$ s/cm). Et celle des cations (ions Calcium, Magnésium, Potassium) à 690 $\mu$ s/cm.

- Il s'en est suivie toute une série de manipulations que seule la pratique en donne une parfaite démonstration.

- Enfin les résultats étaient directement donnés par l'ordinateur.

➤ La lecture avec la MP-AES pour les éléments traces a été faite comme suite :

- Une calibration de la machine a été préalablement faite par des standards ;

- Les solutions échantillons sont transvasées des fioles aux cylindres pour les raques tubes ;

- Cette MP-AES était aussi couplée à un ordinateur dont le rôle était de faire apparaître les différents résultats.

#### **4-B-8-2- La vitamine A**

. La détermination a été faite selon la norme européenne NF EN 12823-2 de Janvier 2001 portant sur le dosage de la vitamine A et du Beta Carotène par Chromatographie Liquide Haute Performance dans les denrées alimentaires

➤ **Matériels et méthodes**

##### **4-B-8-2-1- Matériels :**

- Balance de précision,

- Fioles,

- Papier filtre,

##### **4-B-8-2-2- Procédé :**

###### **• Préparation de la solution d'étalon externe :**

On a utilisé un étalon Vit A pure commercial dont la mise en solution s'est faite comme suite :

- 0.5017 de la poudre d'étalon a été pesée et mise dans une fiole de 100ml, et complétée au trait jaugé par 100ml d'éthanol,

- Une fois bien agitée la solution a été mise au repos jusqu'à la dissolution totale, et ensuite filtrée à l'aide d'un papier filtre.

- Quatre (4) standards ont été préparés dans des fioles de 25ml comme suite :

10ml de la solution vit A + 15ml d'éthanol,

15ml de la solution vit A + 10ml d'éthanol,

20ml de la solution vit A + 5ml d'éthanol,

25ml de la solution de vit A.

- Ainsi chaque standard a été transvasé dans des viales HPLC de capacité 3ml.

• **Préparation des solutions échantillons :**

- **Etape du broyage :** Chaque échantillon est broyé grâce à un broyeur électrique pour en obtenir des particules fines et homogènes.

- **Etape du pesé :** Nous avons pesé respectivement au moyen d'une balance électronique ultrasensible :

. 2,0001g pour les feuilles vertes et rouges de l'Amarante.

. 2,0005g pour les feuilles larges du Corchorus,

. 2,0004g pour les feuilles minces du Corchorus.

- **Etape de la dissolution :** Les échantillons ont été introduites dans des fioles de 100ml et complété jusqu'au trait jaugée par de l'eau préalablement chauffée à 80°C, tout en remuant au fur et à mesure ; et lassés au repos pendant 15mn.

- **Etape de la saponification :** 25ml de chaque solution échantillon a été mis dans un bécher, plus 5ml de la solution de NAOH et 50ml d'Ethanol ; l'ensemble placé dans un bain marie programmable à 80°C pendant 15mn tout en remuant de temps en temps.

**NB :** La préparation de la solution de NAOH à 50% a été faite avec 50,77 g de la poudre de NAOH, mis dans un bécher de 100ml et complétée avec de l'eau ultra pure, le tout remué avec une cuillère et transvasé dans une fiole de 100ml. L'opération s'est tenue sous la haute pour un maximum de sécurité.

- **Etape d'extraction :**

. Le liquide après bain marie a été transféré dans une ampoule à décanter, et auquel on a ajouté 30ml d'eau ultra pure, 10ml d'Ethanol et 40ml d'éther de pétrole.

. La solution obtenue a été agitée vigoureusement pendant 30s et laissé au repos jusqu'à ce que les deux (2) se soient séparées.

. La phase aqueuse (inférieure) a été transférée dans une seconde ampoule à décanter, et on y a ajouté 10ml d'Ethanol et 40ml d'Ether de pétrole, le tout agité pendant 30s, laissé au repos et la phase la phase éther de pétrole (supérieure) obtenue est transférée dans la première ampoule à décanter.

. Les phases éther de pétrole contenues dans la première ampoule à décanter subissent trois (3) lavages successifs avec simplement 100ml d'eau ultra pure à chaque lavage.

**NB :** On a procédé à une réaction de coloration sur les phases aqueuses avec une solution de phénolphtaléine, qui devient rose en milieu basique, pour voir si toute la soude a été neutralisée.

- **Etape de l'évaporation :** Toute la phase d'éther de pétrole a été évaporée au moyen d'un bain marie programmable à 50°C pendant quelques temps jusqu'à la disparition de toute trace d'humidité.

- **Etape de la dilution :** le résidu sec obtenu après évaporation a été repris par ajout de 2ml de Méthanol et transféré dans des viales HPLC.

La dilution proprement dite se fait en utilisant un solvant approprié par excellence de la phase mobile de l'appareil HPLC.

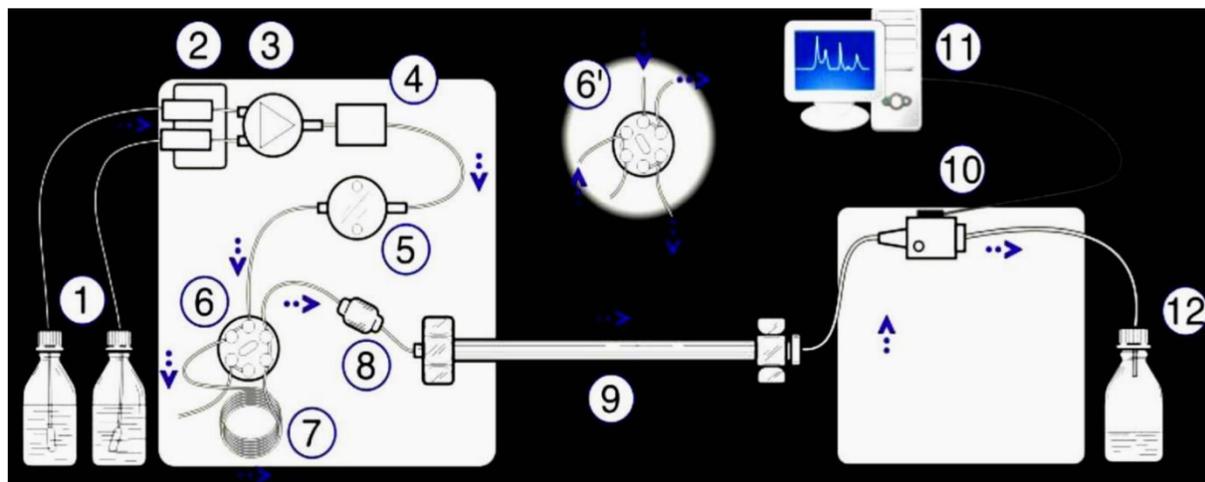
- **Etape de la lecture :**

La Chromatographie, méthode d'analyse physico-chimique, consiste à séparer les constituants d'un mélange (les solutés) par entraînement au moyen d'une phase mobile

(liquide ou gaz) le long d'une phase stationnaire (solide ou liquide fixé), grâce à la répartition sélective des solutés entre ces deux (2) phases (figure ci-dessous)

Chaque soluté est donc soumis à une force de rétention (exercée par la phase stationnaire) et une force de mobilité (due à la phase mobile) ;

Ici les molécules à séparer étaient éluées par une phase par une phase mobile liquide sur une phase stationnaire solide d'où le nom de Chromatographie Liquide à Haute Performance (HPLC).



**Schéma principal de la chromatographie en phase liquide à haute performance (PENICHEV., 2010).**

1- Réservoirs des solvants, 2 - Dégazeur, 3 - Valve de gradient d'éluant, 4 - Doseur de phase mobile (ou éluant), 5 - Pompe à haute pression, 6 - Vanne d'injection en position "inject", 6 - Vanne d'injection en position "load", 7 - Boucle d'injection de l'échantillon, 8 - Pré - colonne (Éventuelle), 9 - Colonne analytique, 10- Détecteur, 11 - Acquisition du signal, 12-Décharge déchets.

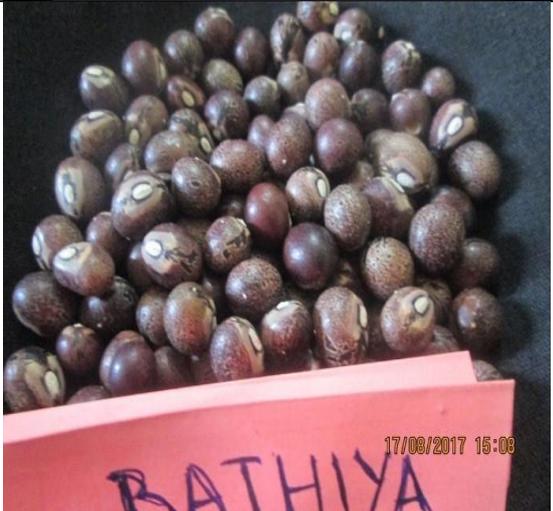
## **5-RESULTATS :**

### **5-1-Caractéristiques qualitatives des graines de Voandzou, des Feuilles de Corchorus et d'Amarante :**

Les caractéristiques qualitatives permettaient de faire une description physique des graines de Voandzou, des feuilles de Corchorus et d'Amarante.

**TABLEAU V :** Caractéristiques qualitatives des différentes variétés des graines du Voandzou.

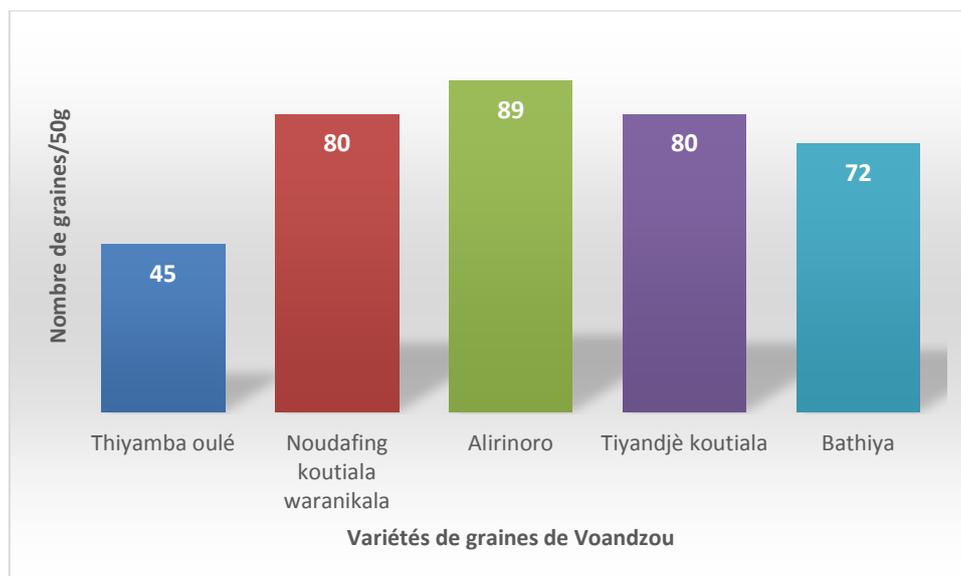
<b>Variétés locales</b>	<b>Image</b>	<b>C.M des graines</b>
<p><b>thiyamba Oulé</b>  <b>Origine:</b>                      Boumboro  <b>Zone de collection:</b>                      Boumboro, Somo, Finkoloni,                      N’Gountjina, Siramana  <b>Production:</b>                      2017  <b>Cycle :</b>                      100 jours  <b>Rendement :</b>                      1200 kg /ha</p>		<p>-Taches marbrées                      crème sur fond brun                      avec œil brun en                      forme de papillon                      -45 graines /50g</p>
<p><b>Noudafing koutiala                      waranikala</b>  <b>Origine:</b>                      Boumboro  <b>Zone de collection:</b> Boumboro  <b>Production:</b>                      2017  <b>Cycle :</b>                      100 jours  <b>Rendement :</b>                      1710 kg/ha</p>		<p>-Stries brune sur                      fond crème avec œil                      brun en forme de                      papillon                      -80 graines/50g</p>
<p><b>Alirino</b>  <b>Origine:</b>                      Djoubasso  <b>Zone de collection:</b>                      Somo, Boumboro, Bolimasso,                      Finkoloni, N’Gountjina,                      Siramana  <b>Production</b>                      2017  <b>Cycle :</b>                      100 jours  <b>Rendement :</b>                      2850kg /ha</p>		<p>-Tégument crème                      sans œil,                      -89 graines/50g</p>

<p><b>Tiyandjè Koutiala</b>  <b>Origine:</b>                  Koutiazone  <b>Zone de collection:</b>                  Boumboro, Somo, Bolimasso  <b>Production:</b>                  2017  <b>Cycle :</b>                  90 jours  <b>Rendement :</b>                  600 kg /ha</p>		<p>-Tégument crème                  avec œil rouge,                  gris, brun, Irrégulier                  -80graines/50g</p>
<p><b>Bathiya</b>  <b>Origine :</b>                  Toutou  <b>Zone de collection :</b>                  N'Gountjina, Siramana,                  Finkoloni, Somo,                  Boumboro, Bolimasso  <b>Production:</b>                  2017  <b>Cycle :</b>                  90 jours  <b>Rendement :</b>                  800 kg /ha</p>		<p>-Taches marbrées                  brunes sur fond noir                  avec œil gris en                  forme de papillon                  -72 graines/50g</p>

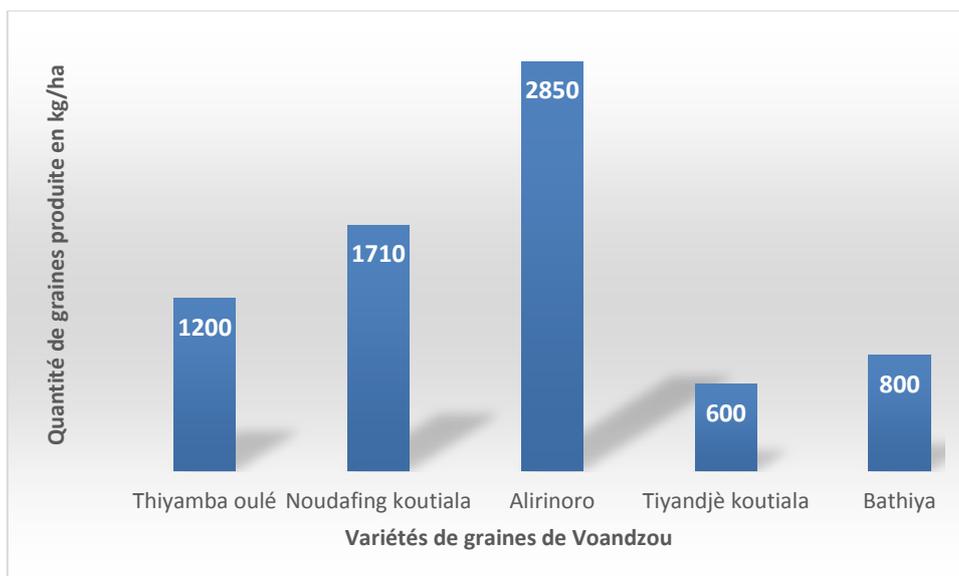
**NB :** CM : Caractéristiques Morphologiques

La variété Thiyamba avait les plus grosses graines en terme de morphologie avec 45 graines/50g ; et Alirinoro représentait la variété la plus produite avec une production de 2850kg/ha.

Cependant toutes ces variétés sont adaptables à tout genre de climat.

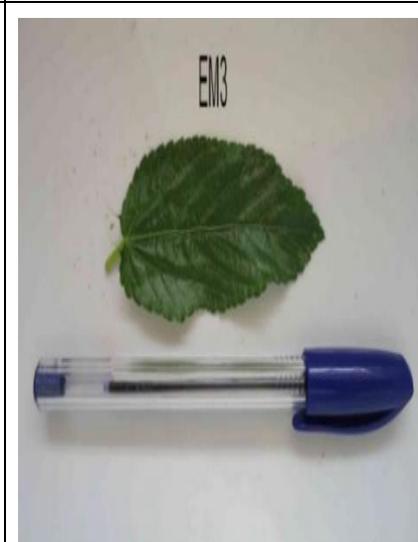


**Graphique n°1 :** Différence qualitative en termes de grosseur des cinq(5) variétés de graines de Voandzou, selon le nombre de graines/50g.



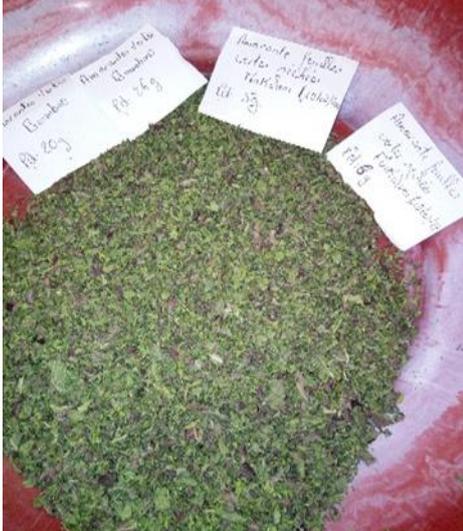
**Graphique n°2 :** Différence qualitative en termes de production des cinq (5) variétés de graines de Voandzou, en kg/ha.

**Tableau VI :** Caractéristiques qualitatives des différentes variétés des feuilles de Corchorus.

Variétés locales	Image : feuilles concassées	Image : Feuille entière
<p><b>Feuille minces</b>  <b>Zone de collection:</b>                      Somo, Boumboro,                      Finkoloni, Siramana,                      N°Gountjina  <b>Période</b>                      2017  <b>Lieu :</b>                      Jardin</p>		
<p><b>Feuilles larges</b>  <b>Zone de collection:</b>                      Somo, Boumboro,                      Finkoloni,                      N°Gountjina,                      Siramana.  <b>Période:</b>                      2017  <b>Lieu:</b>                      jardin</p>		

Les deux variétés de feuilles de Corchorus étaient cultivées dans des jardins potagers. La production n'a pas été définie avec précision, mais elles sont adaptables à tout genre de climat.

**Tableau VII :** Caractéristiques qualitatives des différentes variétés des feuilles d'Amarante.

Variétés locales	Image : feuilles concassées	Image : feuille entière
<p><b>Feuilles rouges</b>  <b>Zone de collection:</b>                      Somo, Boumboro,                      Finkoloni, N'Gountjina  <b>Production:</b>  <b>Période:</b>                      2017  <b>Lieu:</b>                      jardin</p>		
<p><b>Feuilles vertes</b>  <b>Zone de collection:</b>                      Somo, Boumboro,                      Finkoloni, Siramana,                      N'Gountjina  <b>Production:</b>  <b>Période:</b>                      2017  <b>Lieu:</b>                      jardin</p>		

Les deux variétés de feuilles d'Amarante étaient cultivées dans des jardins potagers. La production n'a pas été définie avec précision, l'Amarante présente la particularité de s'adapter à tout genre de climat.

**5-2- Populations consommatrices et fréquence de Consommation du Voandzou, du Corchorus et de l'Amarante dans les régions de Ségou et Sikasso.**

**Tableau VIII :** Nombre de familles consommant le Voandzou par mois dans la région de Sikasso.

Mois	Fin	Kan	Ngu	Sir	Total	
					Sikasso	%
Janvier	1	1	0	0	2	1
Février	0	0	0	1	1	0.5
Mars	0	0	1	0	1	0.5
Avril	0	0	1	0	1	0.5
Mai	1	1	1	0	3	1.5
Juin	3	3	0	2	8	4
Juillet	9	7	4	0	20	10
Août	5	2	5	2	14	7
Septembre	5	1	5	5	16	8
Octobre	12	9	14	10	<b>45</b>	<b>22</b>
Novembre	7	0	2	7	16	8
Décembre	2	1	3	5	11	5

Le mois d'Octobre a fait l'objet de plus de consommation dans la région de Sikasso avec respectivement 45 familles consommatrice

**NB :**

**Fin :** Finkoloni

**Kan :** Kaniko

**Ngu :** N'Gountjina

**Sir :** Siramana

**Tableau IX** : Nombre de familles par fréquence de consommation du Voandzou dans la région de Sikasso.

<b>Fréquence</b>	<b>Fin</b>	<b>Kan</b>	<b>NGu</b>	<b>Sir</b>	<b>Total Sikasso</b>	<b>%</b>
<b>Chaque jour</b>	2	4	2	0	8	4
<b>Chaque 2 jour</b>	5	2	5	6	18	9
<b>2 fois/semaine</b>	12	10	7	9	<b>38</b>	<b>19</b>
<b>1 fois/semaine</b>	8	4	7	5	24	12
<b>2 fois/mois</b>	6	1	4	2	13	6
<b>1fois/3semaines</b>	2	1	1	1	5	2
<b>1 fois/mois</b>	7	1	5	4	17	8

La plus grande fréquence de consommation était de 2 fois/semaines pour 38 familles consommatrices dans la région de Sikasso.

**Tableau X:** Nombre de familles consommant le Voandzou par mois dans la région de Ségou.

<b>Mois</b>	<b>Bol</b>	<b>Bom</b>	<b>Bun</b>	<b>Som</b>	<b>Total Ségou</b>	<b>%</b>
<b>Janvier</b>	4	4	2	1	11	5
<b>Février</b>	1	2	0	0	3	1.5
<b>Mars</b>	2	2	1	1	6	3
<b>Avril</b>	1	3	1	1	6	3
<b>Mai</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Juin</b>	7	2	3	4	16	8
<b>Juillet</b>	3	0	4	1	8	4
<b>Août</b>	12	8	3	4	27	13
<b>Septembre</b>	8	8	3	6	25	12
<b>Octobre</b>	37	31	20	19	<b>107</b>	<b>51</b>
<b>Novembre</b>	9	5	6	7	27	13
<b>Décembre</b>	11	3	3	1	18	9

Les plus grandes consommations ont été enregistrées au mois d'Octobre avec 107 familles consommatrices dans la région de Ségou.

**NB:**

Bol : Bolimasso

Bom : Boumboro

Bun : Bountenisso

Som :Somo

**Tableau XI** : Nombre de familles par fréquence de consommation du Voandzou dans la région de Ségou.

<b>Fréquence</b>	<b>Bol</b>	<b>Bom</b>	<b>Bun</b>	<b>Som</b>	<b>Total Ségou</b>	<b>%</b>
<b>Chaque jour</b>	5	0	9	3	17	8
<b>Chaque/2jpurs</b>	6	1	0	0	7	3
<b>2 fois/semaine</b>	17	7	5	9	38	18
<b>1 fois/semaine</b>	12	18	7	7	<b>44</b>	<b>21</b>
<b>2 fois/mois</b>	6	3	1	2	12	6
<b>1fois/3semaines</b>	3	2	0	1	6	3
<b>1 fois/mois</b>	5	5	8	7	25	12

La plus grande fréquence de consommation était d'une fois par semaine dans la région de Ségou pour 44 familles.

**Tableau XII** : Différence de consommation du Voandzou par mois dans les régions de Sikasso et Ségou.

Mois	Total Sikasso	Total Ségou
Janvier	2	11
Février	1	3
Mars	1	6
Avril	1	6
Mai	3	0
Juin	8	16
Juillet	20	8
Août	14	27
Septembre	16	25
Octobre	<b>45</b>	<b>107</b>
Novembre	16	27
Décembre	11	18

Les plus grandes consommations étaient enregistrées au mois d'Octobre avec 107 familles consommatrices dans la région de Ségou contre 45 dans la région de Sikasso.

**Tableau XIII :** Différence de fréquence de consommation du Voandzou dans les régions de Sikasso et Ségou.

<b>Fréquence</b>	<b>Total Sikasso</b>	<b>Total Ségou</b>
<b>Chaque jour</b>	8	17
<b>Chaque 2 jour</b>	18	7
<b>2 fois/semaine</b>	38	38
<b>1 fois/semaine</b>	<b>24</b>	<b>44</b>
<b>2 fois/mois</b>	13	12
<b>1fois/3semaines</b>	5	6
<b>1 fois/mois</b>	17	25

Une fois par semaine était la plus grande fréquence de consommation du Voandzou dans les deux régions, mais beaucoup plus à Ségou qu'à Sikasso.

**Tableau XIV** : Nombre de familles consommant du Corchorus et de l'Amarante par mois dans la région de Sikasso.

Mois	Fin	Kan	NGu	Sir	Total Sikasso	%
<b>Janvier</b>	5	0	3	18	26	12
<b>Février</b>	2	2	1	1	6	3
<b>Mars</b>	0	0	0	1	1	0.5
<b>Avril</b>	2	0	3	0	5	2
<b>Mai</b>	11	6	4	2	23	11
<b>Juin</b>	2	4	6	2	14	7
<b>Juillet</b>	6	4	1	1	12	6
<b>Août</b>	4	1	3	8	16	8
<b>Septembre</b>	8	8	19	7	42	20
<b>Octobre</b>	11	14	17	6	<b>48</b>	<b>23</b>
<b>Novembre</b>	4	20	5	6	35	17
<b>Décembre</b>	4	6	5	19	34	16

Le mois d'Octobre a fait l'objet de plus consommation dans la région de Sikasso avec 48 familles.

**Tableau XV :** Nombre de familles par fréquence de consommation du Corchorus et de l'Amarante dans la région de Sikasso.

<b>Fréquence</b>	<b>Fin</b>	<b>Kan</b>	<b>NGu</b>	<b>Sir</b>	<b>Total Sikasso</b>	<b>%</b>
<b>Chaque jour</b>	14	20	17	19	<b>70</b>	<b>34</b>
<b>Chaque 2jours</b>	15	15	14	12	53	26
<b>2 fois/semaine</b>	8	9	8	7	32	16
<b>1 fois/semaine</b>	3	8	4	6	21	10
<b>2 fois/mois</b>	5	2	2	1	10	5
<b>1 fois/3semaines</b>	1	3	0	1	5	2.45
<b>1 fois/mois</b>	4	4	0	0	8	4

Dans la région de Sikasso le Corchorus et l'Amarante étaient consommés chaque jour par 70 Familles, ce qui représentait la plus grande fréquence de consommation.

**Tableau XVI :** Nombre de familles consommant du Corchorus et de l’Amarante par mois dans la région de Ségou.

<b>Mois</b>	<b>Bol</b>	<b>Bom</b>	<b>Bun</b>	<b>Som</b>	<b>Total Ségou</b>	<b>%</b>
<b>Janvier</b>	1	16	6	2	25	12
<b>Février</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Mars</b>	1	8	4	3	16	8
<b>Avril</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Mai</b>	0	4	3	0	7	3
<b>Juin</b>	1	4	0	1	6	2.85
<b>Juillet</b>	1	0	0	2	3	1
<b>Août</b>	10	0	2	2	14	6
<b>Septembre</b>	4	2	2	11	19	9
<b>Octobre</b>	14	8	9	12	<b>43</b>	<b>20</b>
<b>Novembre</b>	3	3	3	1	10	5
<b>Décembre</b>	3	22	7	0	32	15

La consommation des feuilles de Corchorus et d’Amarante était répartie de façon inégale durant toute l’année, mais les plus grandes consommations étaient enregistrées au mois d’Octobre avec 43 familles consommatrices.

**Tableau XVII :** Nombre de familles par fréquence de consommation du Corchorus et de l'Amarante dans la région de Ségou.

<b>Fréquence</b>	<b>Bol</b>	<b>Bom</b>	<b>Bun</b>	<b>Som</b>	<b>Total Ségou</b>	<b>%</b>
<b>Chaque jour</b>	11	27	8	11	<b>57</b>	<b>27</b>
<b>Chaque 2 jours</b>	3	4	3	1	12	6
<b>2 fois/semaine</b>	6	1	2	4	13	6
<b>1 fois/semaine</b>	0	4	6	1	11	5
<b>2 fois/mois</b>	0	0	1	0	1	0.47
<b>1fois/3semaines</b>	0	0	0	0	0	0
<b>1 fois/mois</b>	0	0	1	0	1	0.47

Les feuilles de Corchorus et d'Amarante étaient consommées chaque jour par 57 familles dans la région de Ségou.

**Tableau XVIII :** Différence de consommation du Corchorus et de l'Amarante par mois dans les régions de Sikasso et Ségou.

<b>Mois</b>	<b>Total Sikasso</b>	<b>Total Ségou</b>
<b>Janvier</b>	26	25
<b>Février</b>	6	0
<b>Mars</b>	1	16
<b>Avril</b>	5	0
<b>Mai</b>	23	7
<b>Juin</b>	14	6
<b>Juillet</b>	12	3
<b>Août</b>	16	14
<b>Septembre</b>	42	19
<b>Octobre</b>	<b>48</b>	<b>43</b>
<b>Novembre</b>	35	10
<b>Décembre</b>	34	32

Le Corchorus et l'Amarante étaient beaucoup consommés au mois d'Octobre, et plus encore dans la région de Sikasso.

**Tableau XIX** : Différence de fréquence de consommation du Corchorus et de l'Amarante dans les régions de Sikasso et Ségou.

<b>Fréquence</b>	<b>Total Sikasso</b>	<b>Total Ségou</b>
<b>Chaque jour</b>	<b>70</b>	<b>57</b>
<b>Chaque 2 jours</b>	53	12
<b>2 fois/semaine</b>	32	13
<b>1 fois/semaine</b>	21	11
<b>2 fois/mois</b>	10	1
<b>1fois/3semaines</b>	5	0
<b>1 fois/mois</b>	8	1

Le Corchorus et l'Amarante étaient consommés chaque jour par 70 familles dans la région de Sikasso contre 57 familles dans la région de Ségou ; ce qui représentait la plus grande fréquence de consommation.

**5-3- Apport nutritionnel par variété et par produit pour le Voandzou, le Corchorus et l'Amarante :**

**Tableau XX :** Eau, Protéines, Lipides, Glucides, Fibres dans les cinq(5) variétés de Voandzou pour 100g

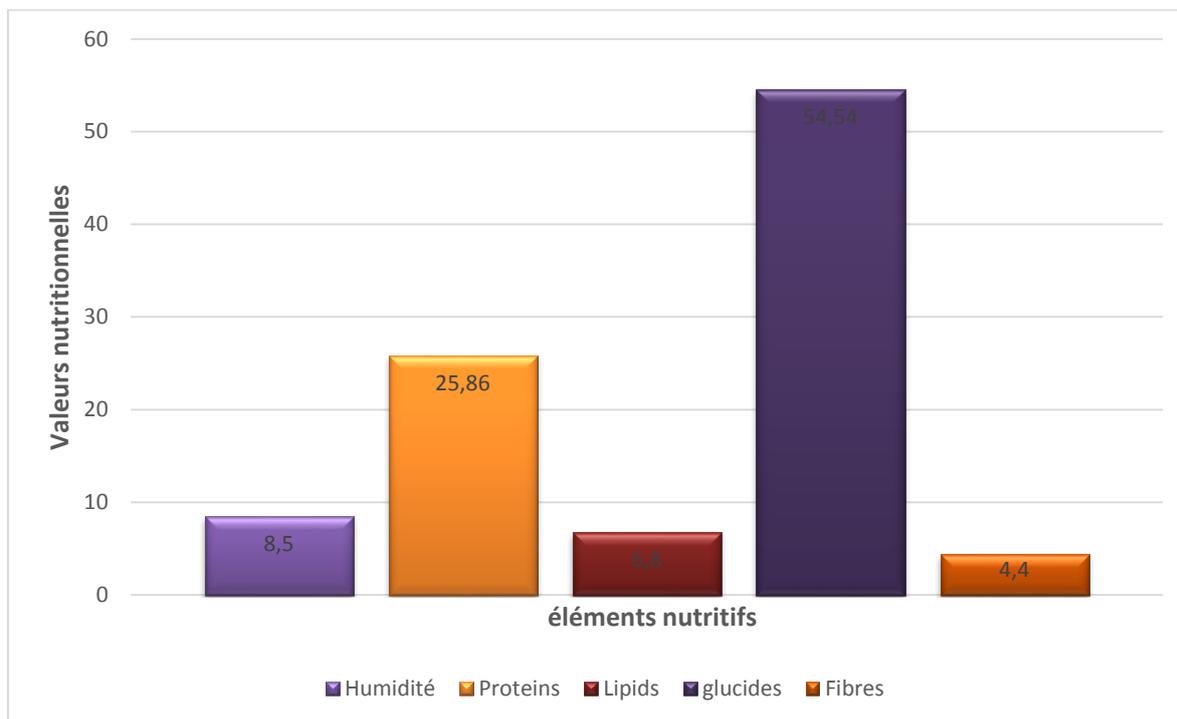
Variétés	Humidité (g)	Protéines (g)	Lipides (g)	Glucides (g)	Fibres (g)
Thiyamba	8,5	26,4	<b>6,8</b>	53,9	4,5
Noudafing	8,5	26,4	6,6	54,4	4,2
Koutiala waranikala					
Alinoro	8,1	26,1	<b>6,8</b>	55,6	3,5
Thiyandjè	8,6	23,6	7	<b>56,1</b>	4,8
Koutiala Bathiya	<b>8,8</b>	<b>26,8</b>	<b>6,8</b>	52,7	<b>5</b>
Moyenne	8,5	25,86	6,8	54,54	4,4

La variété Bathiya était la plus riche aussi bien en eau, protéines qu'en fibres. Les lipides étaient plus présent dans les variétés Thiyamba, Alirinoro et Bathiya pour 6.8g.

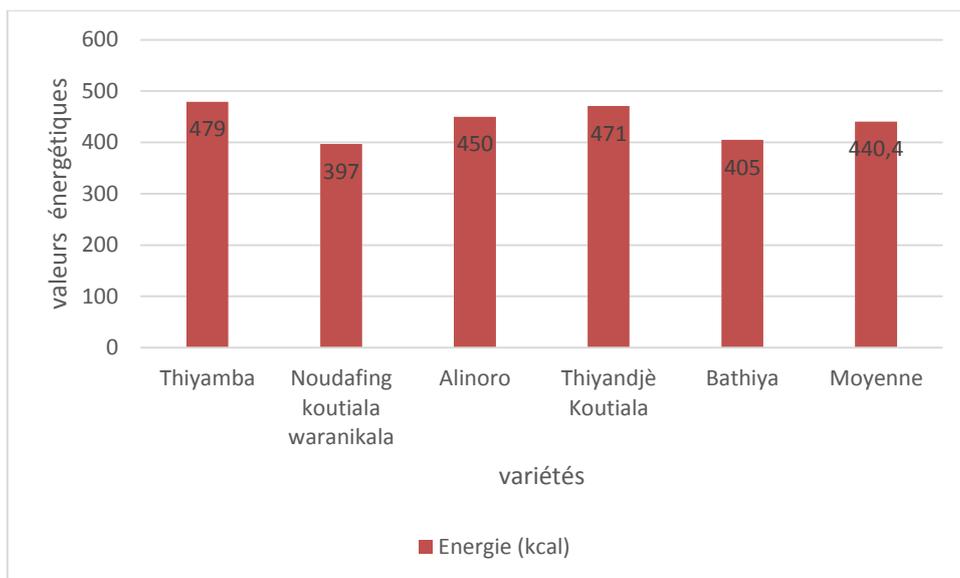
**Tableau XXI** : Analyse Statistique des valeurs nutritives en Eau, Protéines, Lipides, Glucides, Fibres dans les cinq(5) variétés de Voandzou pour 100g.

Eléments nutritifs	Somme	Moyenne	Ecart type
Humidité (g)	42,5	8,5	0,26
Protéines (g)	129,3	25,86	1,29
Lipides (g)	34	6,8	0,14
Glucides (g)	272,7	54,54	1,36
Fibres (g)	22	4,4	0,59

Dans les cinq (5) variétés, les valeurs étaient dispersées autour de la moyenne de 1.29g pour les protéines, de 0.14g pour les lipides et de 1.36g pour les glucides.



**Graphique n°3** : Valeur moyenne en eau, protéines, lipides, glucides, et fibres dans les graines de Voandzou pour 100g.



**Graphique n°4** : Valeur énergétique moyenne et par variétés pour les graines de Voandzou pour 100g.

**Tableau XXII** : Apport en Fer, Zinc, Calcium, Magnésium, Potassium et Phosphore des Cinq (5) Variétés de Graines de Voandzou en mg pour 100g.

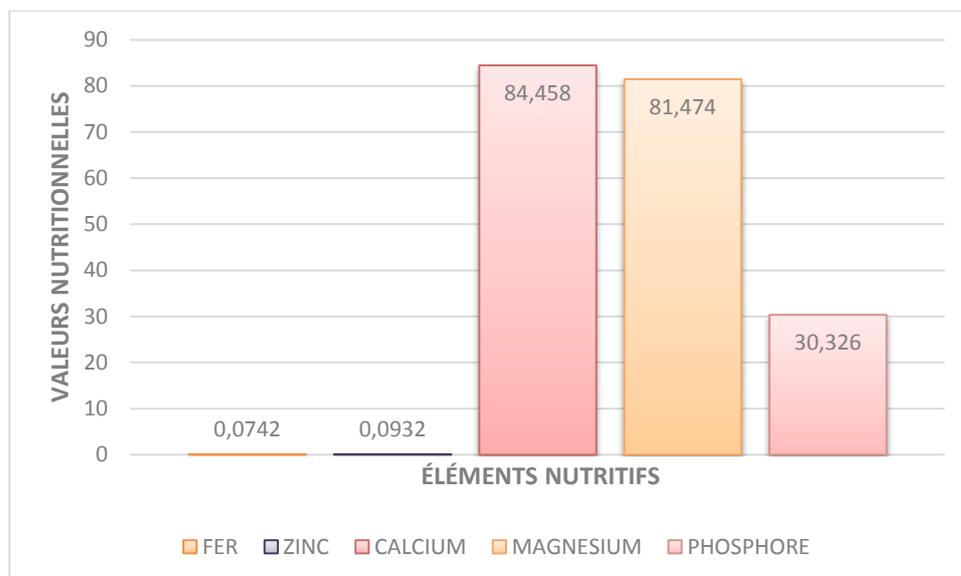
<b>Variétés</b>	<b>Fer (mg)</b>	<b>Zinc (mg)</b>	<b>Calcium (mg)</b>	<b>Magnésium (mg)</b>	<b>Potassium (mg)</b>	<b>Phosphore (mg)</b>
<b>Thiyamba</b>	<b>0,086</b>	0,07	63,86	42,52	1516,17	28,66
<b>Noudafing, Koutiala , Waranikala</b>	0,075	0,102	96,18	1,9	1738,74	29,92
<b>Alirinoro</b>	0,079	0,103	<b>103,99</b>	18,36	1696,66	25,44
<b>Thiyandjè Koutiala</b>	0,062	0,082	95,03	19,15	1469,94	32,15
<b>Bathiya</b>	0,069	<b>0,109</b>	63,23	<b>325,44</b>	<b>1771,89</b>	<b>35,46</b>
<b>Moyenne</b>	0,0742	0,0932	84,458	81,474	1638,68	30,326

La Bathiya représentait la variété la plus riche en Zinc, Magnésium Potassium, et Phosphore ; la variété Thiyamba en Fer et la variété Alirinoro en Calcium.

**Tableau XXIII :** Analyse Statistique des valeurs nutritives en Fer, Zinc, Calcium, Magnésium, Potassium et Phosphore dans cinq (5) Variétés de graines de Voandzou pour 100g.

<b>Eléments Nutritifs</b>	<b>Somme</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Ecart type</b>
<b>FER (mg)</b>	0,37	0,0742	0,01
<b>ZINC (mg)</b>	0,47	0,0932	0,02
<b>CALCIUM (mg)</b>	422,29	<b>84,458</b>	19,4
<b>MAGNESIUM (mg)</b>	407,37	81,474	137,15

Les graines de Voandzou présentaient une valeur moyenne en Calcium de 84.458mg.



**Graphique n°5 :** Valeur moyenne en Fer, Zinc, Calcium, Magnésium, Phosphore dans les graines de Voandzou pour 100g.

**Tableau XXIV:** Fer, Zinc, Calcium, Magnésium, Potassium, Phosphore contenus dans les deux (2) Variétés de feuilles d'Amarante pour 100g.

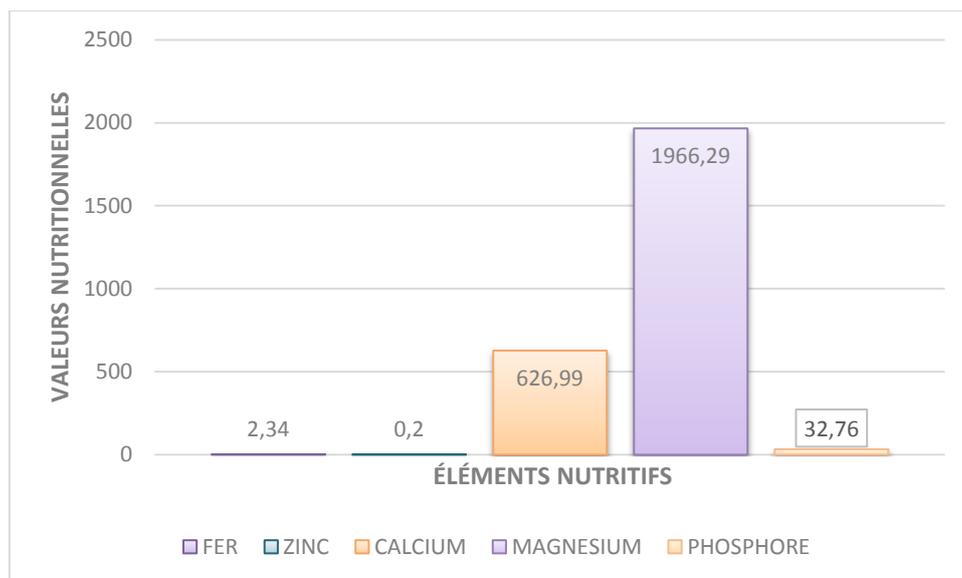
<b>Variétés</b>	<b>Fer (mg)</b>	<b>Zinc (mg)</b>	<b>Calcium (mg)</b>	<b>Magnésium (mg)</b>	<b>Potassium (mg)</b>	<b>Phosphore (mg)</b>
<b>Amarante verte</b>	2,119	<b>0,207</b>	825,4	<b>2192,07</b>	5126,39	32,47
<b>Amarante rouge</b>	<b>2,569</b>	0,186	<b>428,57</b>	1740,51	<b>5547,14</b>	<b>33,04</b>
<b>Moyenne</b>	2,34	0,2	626,99	1966,29	5336,77	32,76

Les feuilles vertes étaient les plus riches en Zinc, Magnésium contre les feuilles rouges qui étaient riches en Fer, Calcium, Potassium et Phosphore.

**Tableau XXV :** Analyse Statistique des valeurs nutritives en Fer, Zinc, Calcium, Magnésium, Potassium et Phosphore dans les deux(2) variétés de feuilles d'Amarante pour 100g.

<b>Eléments nutritifs</b>	<b>Somme</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Ecart type</b>
<b>FER (mg)</b>	4,69	<b>2,34</b>	0,32
<b>ZINC (mg)</b>	0,39	0,2	0,015
<b>CALCIUM (mg)</b>	1254	<b>626,99</b>	280,6
<b>MAGNESIUM (mg)</b>	3933	<b>1966,29</b>	319,3
<b>POTASSIUM (mg)</b>	10674	5336,77	297,52
<b>PHOSPHORE (mg)</b>	65,51	32,76	0,4

Les feuilles d'Amarante étaient beaucoup plus riches en Fer, en Calcium et en Magnésium avec respectivement une moyenne de 2.34 mg, 626.99 mg et 1966.29 mg.



**Graphique n°6 :** Valeur moyenne en Fer, Zinc, Calcium, Magnésium, Phosphore dans les Feuilles d'Amarante pour 100g.

**Tableau XXVI** : Fer, Zinc, Calcium, Magnésium, Potassium, Phosphore contenus dans les deux (2) Variétés de feuilles de Corchorus pour 100g

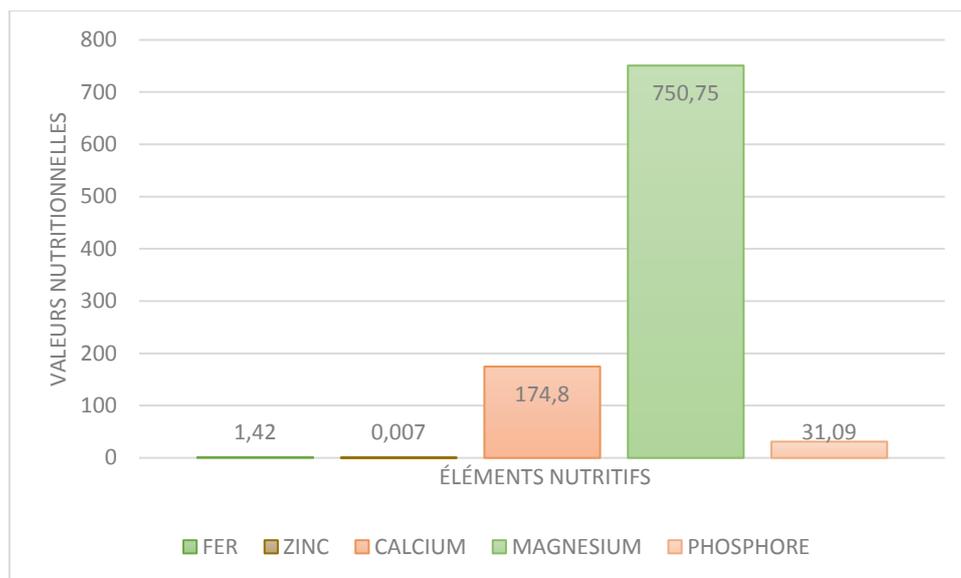
<b>Variétés</b>	<b>Fer (mg)</b>	<b>Zinc (mg)</b>	<b>Calcium (mg)</b>	<b>Magnésium (mg)</b>	<b>Potassium (mg)</b>	<b>Phosphore (mg)</b>
<b>Feuilles larges</b>	1,26	<b>0,012</b>	142,85	<b>798,15</b>	<b>2792,73</b>	<b>31,99</b>
<b>Feuilles minces</b>	<b>1,58</b>	0,002	<b>206,74</b>	703,35	2779,12	30,19
<b>Moyenne</b>	1,42	0,007	174,75	750,75	2785,93	31,09

Les feuilles larges étaient riches en Zinc, en Calcium, en Magnésium et en potassium ; contre les feuilles minces qui étaient riches en Fer et en Calcium.

**Tableau XXVII :** Analyse Statistique des valeurs nutritives en Fer, Zinc, Calcium, Magnésium, Potassium et Phosphore dans les deux(2) variétés de feuilles de Corchorus pour 100g.

<b>Éléments Nutritifs</b>	<b>Somme</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Ecart type</b>
<b>FER (mg)</b>	2,84	1,42	0,22
<b>ZINC (mg)</b>	0,01	0,007	0,007
<b>CALCIUM (mg)</b>	349,59	<b>174,8</b>	45,18
<b>MAGNESIUM (mg)</b>	1501,5	<b>750,75</b>	67,03
<b>POTASSIUM (mg)</b>	5571,85	<b>2785,93</b>	9,62
<b>PHOSPHORE (mg)</b>	62,18	31,09	1,27

Les feuilles de Corchorus étaient plus riches en Calcium, Magnésium et Potassium.



**Graphique n°7 :** Valeur moyenne en Fer, Zinc, Calcium, Magnésium, Phosphore dans les Feuilles de Corchorus pour 100g.

**Tableau XXVIII** : Vitamine A dans les feuilles d'Amarante et de Corchorus pour 100g.

Variétés	Vit A ( $\mu\text{g}$ )
Amarante feuilles rouges	27.66
Amarante feuilles vertes	44.05
Corchorus feuilles larges	<b>207.7</b>
Corchorus feuilles mines	74.61

Les feuilles larges du Corchorus étaient les plus riches en Vit A par rapport aux feuilles rouges de l'Amarante qui en étaient les moins riches.

## **6-COMMENTAIRES ET DISCUSSIONS :**

### **6-1- Par rapport aux limites de l'étude :**

Les limites de l'étude ont été relatives principalement au problème budgétaire ayant limité les analyses de toutes les 13 variétés de graines de Voandzou au laboratoire ; et aussi, à cause de l'indisponibilité d'acquisition des étalons et appareils spécifiques aux analyses des vitamines.

**6-2-Par rapport aux différentes variétés de Voandzou, des feuilles de Corchorus et d’Amarante :**

- Sur le plan morphologique ; notre étude a été faite sur deux (2) variétés de feuilles de Corchorus et d’Amarante, qui existaient en milieu paysan : il s’agissait des feuilles minces et larges pour le Corchorus, et des feuilles rouges et vertes pour l’Amarante.

Une autre étude faite par Adjatin A et al au Bénin en 2016, a fait ressortir d’autres espèces d’*Amaranthus sp* dont : *A.lividus*, *A.dubius*, *A.angustifolius*, *A.spinusus*, *A.tricolor*, *A.viridis* et *A.cruentus* [25].

*A.cruentus* est l’espèce domestique et était l’objet de notre étude.

Adjatin A et al ont également mentionné une gamme de 18 variétés de graines de Voandzou au Bénin en 2016 [25], qui apparemment présentaient les mêmes caractéristiques morphologiques que celles du Mali qui étaient au nombre de 13, contre 28 au Cameroun selon une étude de Adji F et al en Mars 2018 [26]. Cela peut être dû sûrement à leurs origines géographiques communes, mais d’appellation différentes selon les pays et régions.

D’autres études ont été faites sur deux (2) variétés de Voandzou à Madagascar (ANCOS 2016). Ces deux (2) variétés étaient : le *Vigna unguiculata* à graines blanches à hile entouré de marron avec 260 graines pour 50g ; et le *Vigna radiata* à graines marron claire et à hile blanc avec 263 graines pour 50g [27].

- Sur le plan de la production : la production moyenne des cinq (5) variétés de Voandzou

collectées auprès des paysans était de 1432kg/ha, avec une production maximale de 2850kg/ha pour la variété Alirinoro ; Contre une production moyenne de 650kg/ha en 2014 au Bénin (Sanoussi F et al en 2014) [28].

Malgré cette haute disponibilité du Voandzou, la gamme de produits transformés reste très limitée au Mali, contrairement au Bénin où on peut trouver plusieurs produits dérivés du Voandzou [25] dont :

<b>Produits dérivés au Bénin</b>	<b>Produits dérivés au Mali</b>
Granulés de farine de Voandzou enrichie au baobab	Biscuits faites à base de farine de Voandzou mélangée à celle du blé
Gâteaux faites avec la farine de Voandzou enrichis au Moringa	Bouillie infantile instantanée à base de farine de Voandzou, de fonio, banane, papaye, lait,
Lait de Voandzou en comparaison avec celui du Soja	Soupe instantanée de graines de Voandzou
Fromage de Voandzou	
Granulés de Voandzou pour la viande hachée	
Pâte alimentaire enrichie au Voandzou	

**6-3-Par rapport à la consommation des graines de Voandzou, des feuilles de Corchorus et des feuilles d’Amarante :**

- Sur le plan de la consommation, le Voandzou était moins consommé comparé à l’amarante et au Corchorus. La plus grande fréquence de consommation du Voandzou était de d’une fois par semaine contre chaque jour pour le Corchorus et l’Amarante. Cela peut

s'expliquer par le fait que les sauces feuilles sont appréciées et plus intégrées dans le régime alimentaire malien. Les modes de consommation étaient sous forme de cacahouète, de ragout ou de graines précuites pour le Voandzou ; de sauces feuilles Fakouhoye pour le Corchorus et de tigadigue Naboulouma pour l'Amarante.

Les périodes de grande consommation du Voandzou dans les régions de Ségou et Sikasso étaient :

- ◆ d'Août à Septembre, qui représentaient les périodes de soudure, et
- ◆ d'Octobre à Décembre, et cela juste au lendemain des récoltes.

Cependant le Voandzou demeurait peu utilisé au Bénin d'après une étude de Adjatin A et al en 2016, très utilisé à Kaya au Burkina selon Ouédraogo M et al en 2017 [29], et régulièrement utilisé au Nord du Cameroun selon une étude de Adjani F et al en Mars 2018 [26].

Quant aux feuilles de Corchorus et d'Amarante, elles connaissent un rythme de consommation mensuelle aléatoire puisque produites tout au long de l'année.

Le Corchorus représente un plat de privilège chez les Sonraï où il est préparé avec beaucoup de viande de mouton.

Comparée aux pays de la sous-région les feuilles de Corchorus et d'Amarante étaient très consommées en Côte d'Ivoire selon une étude menée par Soro LC et al en 2011 [30], et au Bénin pour l'Amarante selon Adjatin A et al en 2016 [25]. Au Burkina Faso le Corchorus et l'Amarante étaient consommés plus d'une fois par semaine pour plus de 50% des ménages dans les zones à faible activité de maraîchage, sous formes de sauce qui était la principale forme, de soupe et de ragoût [31].

#### **6-4-Par rapport aux valeurs nutritionnelles des graines de Voandzou, des feuilles de Corchorus et des feuilles d'Amarante :**

- Concernant les valeurs nutritionnelles, statistiquement il n'y avait pas une très grande différence entre les différentes variétés. Cependant le Voandzou apparaissait comme le plus énergisant ; l'Amarante le plus riche en sels minéraux ; et le Corchorus le plus riche en Vitamine A.
- Par rapport aux données établies par Sanoussi F et al sur la valeur nutritionnelle du Voandzou et de l'Amarante au Bénin en 2014 [28], nous notons une faible différence comparées aux nôtres sur les macronutriments et une très grande concernant les minéraux :

<b>Eléments nutritifs</b>	<b>Valeurs au Mali</b>	<b>Valeurs au Bénin</b>
Protéines	26.87 g	20 g
Lipides	7.06 g	6.55 g
Calcium	627 mg	215 mg
Magnésium	1966 mg	55 mg

Potassium	5337 mg	50 mg
Zinc	0.2 mg	0.9 mg

Ces différences pourraient s'expliquer par la composition du sol qui pourrait avoir un impact sur celles des cultures, par le mode de traitement des plantes ou des conditions de production telles que le soleil et la disponibilité du sol en eau, par les conditions de stockage, mais surtout des méthodes d'analyse.

Aussi les valeurs obtenues en vitamine A pour les feuilles de Corchorus et d'Amarante sont quasiment faibles comparées avec celles obtenues par Sanoussi F et al au Benin en 2014 [28] pour les feuilles d'Amarante (816.76 UI soit 245.028 µg/100g) et celles obtenues dans le TACAM pour les feuilles de Corchorus (274 µg) et d'Amarante (816.76 µg). Ces différences peuvent s'expliquer par l'indisponibilité d'équipements appropriés pour la détermination des vitamines au Mali.

De l'étude de Sanoussi F et al au Benin en 2014 [28], on obtient les teneurs des feuilles d'Amarante pour 100g, de vitamines :

- √ A (816,76 UI/100g),
- √ B6 (0.05376mg/100g),
- √ C (12.124mg/100g),
- √ B1 (0.00756mg/100g),
- √ B2 (0.04424mg/100g),
- √ B3 (0.18424mg/100g),
- √ K (319.2mcg/100g),
- √ Folate (23.8mcg/100g)

Cependant on peut juger du caractère d'aliments multivitaminés des feuilles d'amarante.

- Valeurs nutritionnelles quantitatives en compléments avec celles de la table de composition des aliments du Mali (TACAM) pour le Voandzou, Corchorus, Amarante au Mali.

Elements nutritifs	Voandzou		Corchorus		Amarante	
	Notre étude	TACAM	Notre étude	TACAM	Notre étude	TACAM

<b>Eau</b>	8,5	10	*	7,3	*	5,2
<b>Energie(Kcal)</b>	440,4	344	*	186	*	315
<b>Protéines (g)</b>	25,86	20	*	22,7	*	28
<b>Lipides (g)</b>	6,8	3,7	*	2,8	*	4,8
<b>Glucides (g)</b>	54,54	57	*	17,1	*	39,3
<b>Fibres (g)</b>	4,4	6,7	*	34,8	*	*
<b>Fer (mg)</b>	0,0742	11	1,42	58,4	2,34	*
<b>Zinc (mg)</b>	0,0932	*	0,007	2,8	0,2	6,7
<b>Calcium (mg)</b>	84,458	*	174,8	1416	626,99	2380
<b>Magnésium (mg)</b>	81,474	*	750,75	*	1966,29	*
<b>Potassium (mg)</b>	1638,68	1025	2785,93	*	5336,77	4906
<b>Phosphore (mg)</b>	30,326	270	31,09	*	32,76	494
<b>Thiamine (mg)</b>	*	0,48	*	0,16	*	*
<b>Riboflavine ( mg)</b>	*	0,16	*	1,73	*	*
<b>Niacine (mg)</b>	*	1,8	*	6,11	*	*
<b>Vit B12 (µg)</b>	*	0	*	0	*	0
<b>Folate µg)</b>	*	180	*	*	*	*
<b>Vit C (mg)</b>	*	8	*	3	*	*
<b>Vit A (ug)</b>	*	3	*	941	*	274

**NB** : Toutes ces valeurs sont rapportées à 100g du produit

- Les colonnes avec \* indiquent des nutriments non analysés.

- Aucun de ces variétés ne contenait de la vitamine B12.

Partant de ces qualités nutritionnelles, nous pourrions considérer les graines de Voandzou, les feuilles de Corchorus et d'Amarante comme aliments de choix pour :

- ◆ La femme enceinte de par leur richesse en fer : variété Rouge des feuilles d'Amarante et feuilles minces de Corchorus.
- ◆ Les végétariens de par leur richesse en protéines : variété Bathiya du Voandzou.
- ◆ Les enfants en pleine croissance de par leur richesse en calcium et en phosphore et leur forte apport énergétique ;
- ◆ Les personnes âgées de par leur richesse en :
  - √ Calcium (la prévention de l'ostéoporose) : variété rouge des feuilles d'Amarante, et mince des feuilles de Corchorus ;
  - √ Vit A pour les troubles visuelles : Variété large des feuilles de Corchorus.
  - √ Magnésium pour les crampes surtout : feuilles larges du Corchorus, feuilles vertes de l'Amarante et variété Bathiya du Voandzou.
- ◆ Les convalescents de par leur richesse en Vit C : feuilles d'Amarante.
- ◆ Les constipés de par leur richesse en fibres : les feuilles de Corchorus.

## **7- CONCLUSION :**

Cette étude nous a permis de mieux connaître le Voandzou (ou *Vigna subterranea* ou pois bambara), la corète potagère (ou *Chorchorus olitorus*), et l'Amarante (ou *Amaranthus sp*) inclus dans le régime alimentaire malien mais qui n'étaient pas assez étudiés.

Le Voandzou présentait treize (13) variétés de graines, le Corchorus et l'Amarante deux (2) variétés de feuilles.

Leur consommation était faible pour le Voandzou et importante pour le Corchorus et l'Amarante.

L'analyse des paramètres nutritifs des feuilles de Corchorus et d'Amarante et des graines de Voandzou a révélé leur forte valeur nutritive. A cause de leurs contenus nutritionnels, ces aliments pourraient être considérés comme aliments multivitaminés, énergétiques et diététiques.

La consommation des graines de Voandzou, des feuilles de Corchorus et d'Amarante aurait un fort impact positif sur la sécurité nutritionnelle et l'amélioration de la santé des populations au Mali si toute fois leur Valorisation devenait une priorité nationale.

## **8- RECOMMANDATIONS :**

A l'issue des travaux nous formulons les recommandations suivantes :

- Organiser des séances d'informations et de sensibilisation afin d'améliorer la consommation des graines de Voandzou, des feuilles de Corchorus et d'Amarante, compte tenu de leurs qualités nutritives.
- Promouvoir la production de la variété Bathiya du Voandzou qui, présentant de plus de qualités nutritionnelles, reste sous produite.
- Incorporer le Voandzou, le Corchorus et l'Amarante comme aliments de relèvement de la dénutrition dans les zones de malnutrition au Mali surtout dans sa forme chronique.
- Utiliser les feuilles de Corchorus en thérapeutique contre la constipation (richesse en fibres). Ces feuilles de Corchorus pourraient être valorisées par la DMT.
- Etendre la transformation déjà réalisée pour le Voandzou par la LTA au Corchorus et à l'Amarante ; tout en testant les valeurs nutritives, qualités microbiologiques et dates de péremption des produits dérivés.
- Demander à la recherche de mener des analyses biochimiques, compte tenu de la forte teneur en protéines du Voandzou (pour faire apparaître les différentes qualités d'acides aminés).
- Etablir un système d'information et de collaboration entre les différents acteurs de la chaîne des valeurs du Voandzou, de l'amarante et du Corchorus (nutritionnistes, les organismes de transformation, les décideurs, la population ; sans oublier les acteurs de la médecine traditionnelle).
- Promouvoir la diffusion et la commercialisation, surtout dans les officines, des produits développés à base de Voandzou, de Corchorus et d'Amarante ; et à moindre coût.
- Faire une étude complémentaire pour la caractérisation de la composition et des valeurs nutritives des produits étudiés.

## **9- REFERENCES :**

1. **Hippocrate**, 460-356 avant J.-C. Centre de Recherche pour l'étude et l'Observation des Conditions de Vie. 10 Mai 2012. Disponible sur <https://www.colibris-lemouvement.org>.
2. **Mathé T, Pilorin T, Hébel P, Denizeau M**. Du discours nutritionnel aux représentations de l'alimentation. Cahiers de recherche n°252. Credoc. Déc 2008. pp : (31-41).
3. **FAO**. LÉGUMINEUSES : des graines nutritives pour un avenir durable. 2016. Disponible sur <https://www.fao.org>.
4. **Communauté scientifique en région Languedoc-Roussillon**. Alimentation, Nutrition, Santé. N°18 : Les dossiers d'Agropolis international. Déc 2013. 73p.
5. **UNICEF/OMS/BANQUE MONDIALE**. Joint Child Malnutrition Estimates. 2012. Disponible sur <https://www.who.int>.
6. **Sobgui C, Tenkouano A**. Guide de nutrition pour travailleurs Communautaires. Publication n°16-797, The world Vegetable Center. 2015. 85p.
7. **De Schutter O**. Rapport présenté par le rapporteur spécial sur le droit à l'alimentation. ONU/FAO. 26 Déc 2011. 17p.
8. **Ngamo LST, Goudoum A, Djakissam W, Madou C**. Les bruches du voandzou *Vigna subterranea* (L.) et les outils de protection post récolte dans le Nord du Cameroun. 2016. pp : (83-89).
9. **Dolo P**. Rapport de pays pour la conférence technique internationale de la FAO sur les ressources phytogénétiques. 1996. 19p.
10. **Ministère de l'équipement, de l'aménagement du territoire, de l'environnement et de l'Urbanisme**, Situation générale de la diversité biologique au Mali. Octobre 2000. p 43.
11. **Global Facilitation Unit for Underutilized Species**. Mise au point de techniques d'amélioration de production des écotypes locaux de Voandzou en zone soudano-sahélien du Mali. Disponible sur [www.underutilized-species.org](http://www.underutilized-species.org).
12. **CILSS**. Normes de consommation des principaux produits alimentaires dans les pays du CILSS. Jul 2004. 38p.
13. **Ministère du développement rural**. Plan national d'investissement dans le secteur agricole au Mali. 2014. 34p.

14. **KOUAME C, BATCHEP R et KAMGA RT.** Evaluation des pertes post-récolte dans la chaîne de production et de commercialisation des légumes feuilles traditionnelles à Yaoundé. ICRAF/MARS. 2013. 70p.
15. **Diarra N.** Quelques plantes vendues sur les marchés de Bamako. 1977. pp : (41-49).
16. **Dictionnaire Larousse.** Disponible sur <https://www.larousse.fr>.
17. **La souveraineté alimentaire, qu'est-ce que c'est ?** Disponible sur <http://foodsecurecanada.org>.
18. **PELLETIER JC.** Malnutrition sévères : approche globale, l'enfant en milieu tropical. 1993. pp: (208-209).
19. **INSRP.** Présentation de l'Institut National de Recherche en Santé Publique. Disponible : [http://www.gfmer.ch/Activites\\_internationales\\_Fr/INSRP\(MALI\).htm](http://www.gfmer.ch/Activites_internationales_Fr/INSRP(MALI).htm). 03 août 2011.
20. **Ancellin R, Baelde D, Barthélémy L, Belliste F, et al.** La santé vient en mangeant. Guide alimentaire pour tous. AFSSA. Sep 2012. 103p.
21. **OMS.** Elaboration d'indicateurs pour la surveillance continue des progrès réalisés dans la voie de la santé pour d'ici l'an 2000, santé pour tous. Genève 1981. 40p.
22. **AG IKNANE A, OUATTARA F, DIARRA M et Al.** Eléments de base en nutrition humaine, Vol1. Edition le Harmattan, la sahélienne. 2011. pp :(59-77).
23. **Riché D.** Guide nutritionnel des sports d'endurance. 2<sup>ème</sup> édition. Vigot. 21 Déc 1998. 369p.
24. **PERELMAN R.** Alimentation de l'enfant normal, Med infantile. 1992. pp :(378-390).
25. **Adjatin A, Gbaguidi AA, Sanoussi F.** Plan d'actions stratégiques pour la promotion de la chaîne des valeurs de l'Amarante et du Pois bambara au Bénin. LAAPT/BIORAVE, FAST Dassa (Université d'Abomey-Calavi). Mai 2016. 24p.
26. **Adji FA, Djakissam W, Tinkeu NLS.** Formulation d'un aliment de complément à base du Voandzou pour relever la dénutrition dans l'extrême-Nord du Cameroun. Journal of Applied Biosciences 123. Mar 2018. pp : (12379-12387).
27. **Ministère de l'agriculture de Madagascar.** Registre des espèces et variétés exploitées dans le « Système des semences de qualité déclarée » dans le sud de Madagascar. 2<sup>ème</sup> édition. ANCOS. Mars 2016. 76p.

- 28. Sanoussi F, Tovihoudji GP.** Valeur notionnelle, importance économique et possibilité de valorisation de l'Amarante et du Voandzou au Bénin. Juillet 2014. Disponible sur : <http://www.researchgate.net/publication/278668032>.
- 29. Hama-Ba F, Ouédraogo M, Dao A, Dicko H.M, Diawara B.** Les modalités de consommation et valeurs nutritionnelles des légumineuses alimentaires au Burkina Faso. African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development. 2017. Disponible sur [www.ajol.info](http://www.ajol.info).
- 30. Soro LC, Anin LA, Kouadio KKA, Kouamé C.** Evaluation de la composition nutritionnelle des légumes feuilles en Côte d'Ivoire. Journal de la science biologie appliquée. Edition n° 51. 23 Août 2011. pp: (3567-3573).
- 31. Hama-Ba F, Parkouda C, Kanga R, Tenkouano A, Diawara B.** Disponibilité, modes et fréquences de consommation des légumes traditionnelles africains dans quatre localités du Burkina Faso à diverses activités de maraîchage : Ouagadougou, Koubri, Loubila, Kongoussi. Mar 2017. 9p.
- 32. M'bosso C.** Connecter les chaînes de valeur de la biodiversité agricole, à l'adaptation au climat et à la nutrition : autonomisation des pauvres pour la gestion des risques au Mali. 2016. pp : (7,76, 80).