



UNIVERSITE  
JEAN LOROUGNON GUEDE

**UFR AGROFORESTERIE**

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Union-Discipline-Travail

-----

Ministère de l'Enseignement Supérieur et  
de la Recherche Scientifique

ANNEE : 2019-2020

N° D'ORDRE : 0020

CANDIDAT

Nom : BEDIAKON

Prénom : Bini Kouakou Denis

Soutenue publiquement  
le 25 Août 2020

# THESE DE DOCTORAT

**Mention : Biologie-Santé**

**Spécialité : Biochimie et Nutrition**

Caractéristiques ethnobotaniques et  
potentialités nutritives de quelques plantes  
spontanées comestibles soumises à deux  
traitements technologiques dans la Région  
d'Agboville (Sud, Côte d'Ivoire)

## JURY

Président : Mme TIDOU Abiba Sanogo épouse KONE, Professeur  
Titulaire, Université Jean Lorougnon Guédé

Directeur : M. BEUGRE Grah Avit Maxwell, Maître de Conférences,  
Université Jean Lorougnon Guédé

Rapporteur : Mme KOULIBALY Annick Victoire, Maître de  
Conférences, Université Jean Lorougnon Guédé

Examineurs : M. KONATE Ibrahim, Maître de Conférences, Université  
Jean Lorougnon Guédé

M. KOUASSI Kouakou Nestor, Maître de Conférences,  
Université Nangui Abrogoua

## RESUME

Les forêts Ivoiriennes regorgent de nombreuses plantes spontanées comestibles dont la composition biochimique et nutritionnelle demeure méconnue et pourtant, ces plantes pourraient jouer un rôle prépondérant dans la lutte contre la malnutrition et diverses carences alimentaires. Le présent travail s'est proposé d'examiner les aspects ethnobotaniques et nutritionnels des plantes spontanées. Ce travail visait à caractériser les plantes alimentaires spontanées dans la région d'Agboville au Sud de la Côte d'Ivoire. A cet effet, une enquête ethnobotanique a été menée de Septembre 2016 à Mai 2017 dans 11 localités du département d'Agboville. Au cours de cette enquête, les populations ont été interrogées sur leurs connaissances et pratiques en relation avec l'usage des plantes spontanées. Par la suite, les feuilles de quatre plantes spontanées ont été prélevées puis analysées après divers traitements (séchages et cuissons). L'analyse a consisté à déterminer la composition physicochimique et nutritionnelle de ces plantes. Les teneurs en minéraux, en vitamine C, en phytonutriments, en antinutriments et l'activité antioxydante ont été déterminés et soumis à des analyses statistiques. Les principaux résultats de ces travaux sont les suivants : Les plantes spontanées citées étaient au nombre de quatre-vingt-seize (96). La totalité de ces plantes étaient consommées et certaines avaient en plus un usage médicinal (19,40%). Les organes consommés étaient principalement les fruits (40,7 %), les feuilles (37,9 %) et les graines (24,9 %). Ces plantes étaient consommées soit cuites (72,50 %) soit crues (27,50 %) et pouvaient être utilisées comme légumes (35,6 %), condiments (33,5 %) et friandises (22,6 %). Les plantes analysées étaient *Justicia galeopsis*, *Sesamum radiatum* *Solanum americanum*. et *Myrianthus arboreus*. L'analyse de variance a montré que les paramètres recherchés différençaient ( $p < 0,05$ ) les ressources alimentaires étudiées. Les feuilles ont été caractérisées principalement par une richesse en fibres (42,09-57,29 %), en protéines (18,01-31,29 %), en sels minéraux notamment en Potassium (1804,52-2433,88 mg/100g), en Calcium (1348,78-608,68 mg/100g), en Magnésium (450,56-175,55 mg/100g) et en Phosphore (479,50/236,26 mg/100g). Elle renfermait également d'importantes teneurs en flavonoïdes (28-45 mg/100g), en polyphénols (212-296 mg/100g), en caroténoïdes (1,67-4,25 mg/100g), en vitamine C (34-49 mg/100g). Les composés antinutritionnels étaient également présents en proportions importantes avec les oxalates (517,32-802,08 mg/100g), les tanins (96,98-173,78 mg/100g) et les phytates (25-35 mg/100g). L'activité antioxydante était également élevée (39,45-82,17%). La cuisson de ces feuilles après 20 minutes a entraîné une réduction plus ou moins importante de la composition de nombreux nutriments (3-100 % de perte). Les caroténoïdes et la vitamine C sont les plus vulnérables à la cuisson. Par contre, le séchage a favorisé le maintien voire l'augmentation de la quantité de certains nutriments. Une durée de 15 min de cuisson à l'eau et un séchage à l'ombre pendant 15 jours ont donné des aliments aux meilleurs profils. Ces résultats permettront de sensibiliser aux traitements des feuilles pour lutter contre les carences en micronutriments et assurer la sécurité alimentaire.

**Mots clés:** Enquête ethnobotanique, plantes spontanées, cuisson, séchage, feuilles.

## ABSTRACT

The Ivorian forests are full of many spontaneous edible plants whose biochemical and nutritional composition remains unknown. However, these plants could play a leading role in the fight against malnutrition and various dietary deficiencies. The present work proposes to examine the ethnobotanical and nutritional aspects of spontaneous plants. This work aimed to characterize spontaneous food plants in the Agboville region of southern Côte d'Ivoire. To this end, an ethnobotanical survey was conducted from September 2016 to May 2017 in 11 localities in the department of Agboville. During this survey, the populations were questioned about their knowledge and practices related to the use of spontaneous plants. Subsequently, the leaves of four spontaneous plants were collected and analyzed after various treatments (drying and cooking). The analysis consisted of determining the physicochemical and nutritional composition of these plants. Levels of minerals, vitamin C, phytonutrients, antinutrients and antioxidant activity were determined and subjected to statistical analysis. The main results of this work are as follows: The spontaneous plants mentioned were ninety-six (96). All of these plants were consumed and some had medicinal use (19.40%). The organs consumed were mainly fruit (40.7%), leaves (37.9%) and seeds (24.9%). These plants were either cooked (72.50%) or raw (27.50%) and could be used as vegetables (35.6%), condiments (33.5%) and confectionery (22.6%). The plants analyzed were *Justicia galeopsis* and *Sesamum radiatum* *Solanum americanum*. and *Myrianthus arboreus*. Analysis of variance showed that the parameters sought differentiated ( $p = 0.05$ ) the food resources studied. The leaves were characterized mainly by a high fiber content (42.09-57.29%), protein (18.01 to 31.29%), mineral salts, especially in potassium (1804.52-2433.88 mg / kg). 100 g), calcium (1348.78-608.68 mg / 100 g), magnesium (450.56-175.55 mg / 100 g) and phosphorus (479.50 (236.26 mg / 100 g)). 296 mg / 100 g), carotenoids (1.67-4.25 mg / 100g), vitamin C (34-49 anti-nutritional compounds were also present in significant proportions with oxalates (517,32-802.08 mg / 100g), tannins (96.98-173.78 mg / 100g) and phytates (25-35 mg / 100g). Antioxidant activity was also high (39.45 to 82.17%). The cooking of these leaves after 20 minutes resulted in a more or less significant reduction of many nutrients (3-100% of the loss). Carotenoids and vitamin C are the most vulnerable to cooking. On the other hand, drying has favored the maintenance or even the increase of the concentration of several nutrients. In total, 15 min of cooking with water and drying in the shade for 15 days gave food with the best profiles. These results will raise awareness of leaf treatments to combat micronutrient deficiencies and ensure food security.

**Key words:** ethnobotany survey, spontaneous plants, cooking, drying, leaves.

## **DEDICACE**

Je dédie cette Thèse

A mon DIEU, mon sauveur, qui a été au commencement et à la fin de ce travail. Mon âme te rend toute la gloire pour ta main puissante qui m'a guidé tout au long de ce travail.

Je puis tout par ta Grâce infinie.

A mon Père ADOU Yao Bédiakon,

A ma Mère YAWA Kra,

A mon Epouse, BEDIAKON Kémontingni Mariette,

A mes filles, BEDIAKON Yaoua Esther Emmanuella, BEDIAKON Kéhadia Grace Priscilla et  
BEDIAKON Kéhadakan Maeva Danièle.

Vous êtes ma source de motivation

## REMERCIEMENTS

Au terme de cette Thèse réalisée à l'UNIVERSITÉ JEAN LOROUGNON GUEDE (Daloa-Côte d'Ivoire), nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué à sa réalisation.

Nous adressons nos remerciements distingués et toute notre gratitude au **Professeur TIDOU Abiba Sanogo épouse KONE**, Présidente de l'UNIVERSITE JEAN LOROUGNON GUEDE, pour nous avoir accepté dans son institution.

Nous tenons à remercier le **Professeur KONE Tidiani**, Vice-Président chargé de la Pédagogie, de la Vie universitaire, de la Recherche et de l'Innovation Technologique de l'UNIVERSITE JEAN LOROUGNON GUEDE, qui a toujours été disponible pour répondre aux préoccupations des étudiants au plan académique.

Nous sommes reconnaissants au **Docteur AKAFFOU Doffou Selastique**, Maître de Conférences, Vice-Président chargé de la Planification, de la Programmation et des Relations Extérieures de l'UNIVERSITE JEAN LOROUGNON GUEDE, pour son implication au bien-être des étudiants.

Nous adressons nos sincères remerciements au **Docteur TONESSIA Dolou Charlotte**, Maître de Conférences, Directrice de l'UFR Agroforesterie de l'UNIVERSITE JEAN LOROUGNON GUEDE à qui nous exprimons toute notre reconnaissance pour sa disponibilité et son dynamisme à la tête de ladite l'UFR.

Nous exprimons toute notre profonde gratitude au **Docteur BEUGRE Grah Avit Maxwell**, Maître de Conférences, initiateur de ce travail, pour avoir assuré la Direction de cette thèse. Ses conseils tout au long de ces années de recherche, sa rigueur, son sens de la responsabilité poussé et sa patience ont permis d'être au terme de ce travail. Nous avons pu bénéficier de sa disponibilité, de son expérience et de son immense générosité. Trouvez ici Docteur, l'expression de notre sincère gratitude.

Nous tenons à traduire notre reconnaissance au **Professeur TIDOU Abiba Sanogo épouse KONE**, Présidente de L'UNIVERSITE JEAN LOROUGNON GUEDE, qui nous fait l'honneur de présider le jury de notre thèse et ce, malgré ses nombreuses occupations.

Nous traduisons nos sincères remerciements au **Docteur KOULIBALY Annick Victoire**, Maître de Conférences à l'UNIVERSITE JEAN LOROUGNON GUEDE pour avoir lu et contribué à l'amélioration de ce présent travail, merci d'avoir accepté de siéger dans ce jury.

Nous traduisons notre reconnaissance et nos sincères remerciements au **Docteur KONE Fankroma Martial**, Maître de Conférences à l'UFR STA de l'UNIVERSITÉ NANGUI ABROGOUA pour avoir lu et contribué à l'amélioration de ce présent manuscrit.

Nous exprimons également notre reconnaissance au **Docteur KONATE Ibrahim**, Maître de Conférences à l'UFR Agroforestérie de l'UNIVERSITÉ JEAN LOROUGNON GUEDE, pour avoir accepté d'apporter sa contribution à cette thèse en tant que membre du jury.

Nous remercions le **Docteur KOUASSI Kouakou Nestor**, Maître de Conférences à l'UFR STA de l'UNIVERSITÉ NANGUI ABROGOUA pour avoir accepté de juger notre travail afin d'en améliorer le contenu.

Nous remercions le Docteur **OUATTARA Djakalia**, Maître de Conférences, Directeur du Centre National Floristique (CNF) de l'UNIVERSITÉ FELIX HOUPHOUËT BOIGNY d'Abidjan, pour ses orientations, ses conseils et sa disponibilité tout au long de ce travail. Merci d'avoir été disponible quand nous en avons besoin.

Au **Professeur BROU Kouakou David** de l'UNIVERSITÉ NANGUI ABROGOUA, merci pour vos conseils avisés ; merci également au Professeur **GBOGOURI Albarin** de la même Université, pour ses conseils et ses orientations.

Nous adressons nos sincères remerciements aux Enseignants-chercheurs : **KONAN Waidhet Arthur, KOUADIO Yves, YAO Konan, BOUATENE Djakalia, YUE BI Yao Clément, et ADINGRA Kouassi Martial** pour leur disponibilité et leur contribution à la réalisation de ce travail.

Nous sommes reconnaissants à Monsieur **ASSI Jean** du Centre National Floristique pour ses conseils et sa forte implication dans l'identification des plantes repertoriées sur le terrain au cours de l'enquête.

Nous adressons également nos remerciements :

- aux autorités préfectorales du Département d'Agboville (Sud de la Côte d'Ivoire), pour avoir facilité nos travaux dans leurs différentes localités ;
- à nos supérieurs hiérarchiques du Lycée Moderne 2 d'Abobo (Abidjan, Côte d'Ivoire), pour leurs conseils et leurs soutiens, ainsi qu'à nos Collègues du Lycée Moderne d'Abobo, pour leurs diverses contributions ;
- aux personnes ressources que nous avons rencontrées dans les localités d'enquêtes d'Agboville, d'Attobrou, d'Aboudé Mandéké, d'Azaguié, de Rubino, de Yapokpa, de Petit Yapo, d'Azaguié Mankouguié, de Yadio, de Kotchimpo et d'Aboudé Kouassikro : Messieurs **ADOU Jean, OFFOUMOU Honoré, ZOGBE Dégbéné, NIAMIEN Yao, DATE Kouamé, MANGRE Ange, Pasteur TCHIN Yao, Pasteur ADON Sika, GBEGRE Aka** et **ABY Grace**, pour avoir contribué à la réalisation de ce travail.

Nous remercions également les responsables de la SODEFOR, de l'ANADER, de l'Office d'aide à la Commercialisation des Produits Vivriers (OCPV), des Eaux et Forêts et de l'Agriculture

d'Agboville pour leurs actions ayant facilité nos travaux.

Nous exprimons notre reconnaissance à toute la coordination de la jeunesse des Œuvres et Mission Internationales qui nous a permis d'avoir des contacts et des interlocuteurs sur les différents sites de travail.

## TABLE DES MATIERES

|  |      |
|--|------|
| <b>DEDICACE</b> .....  | I    |
| <b>REMERCIEMENTS</b> .....   | II   |
| <b>SIGLES ET ABREVIATIONS</b> .....  | VIII |
| <b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....  | IX   |
| <b>LISTE DES FIGURES</b> .....   | XI   |
| <b>LISTE DES ANNEXES</b> .....   | XIII |
| <b>INTRODUCTION</b> .....  | 1    |
| <b>PREMIERE PARTIE : GENERALITES SUR LES PLANTES SPONTANEEES</b>           |      |
| <b>COMESTIBLES</b> .....   | 4    |
| <b>I. PLANTES SPONTANEEES</b> .....  | 4    |
| 1. Définition.....   | 4    |
| 2. Diversité des plantes spontanées .....                                  | 4    |
| 3. Usages des plantes spontanées .....                                     | 7    |
| 3.1. Usages alimentaires .....   | 7    |
| 3.2. Usage médical.....  | 11   |
| 3.3. Autres usages .....   | 13   |
| <b>II. ORGANES COMESTIBLES DES PLANTES SPONTANEEES</b> .....               | 13   |
| 1. Définition .....  | 13   |
| 2. Composition physicochimique et nutritionnelle.....                      | 14   |
| 3. Intérêt nutritionnel .....  | 19   |
| <b>III. PLANTES SPONTANEEES SELECTIONNEES POUR ANALYSES PHYSICO-</b>       |      |
| <b>CHIMIQUES</b> .....   | 20   |
| 1. <i>Justicia galeopsis</i> T. Anderson ex C.B. Clarke (Acanthaceae)..... | 20   |
| 2. <i>Myrianthus arboreus</i> P. Beauv (Cecropiaceae).....                 | 21   |
| 3. <i>Solanum americanum</i> L. (Solanaceae).....                          | 23   |
| 4. <i>Sesamum radiatum</i> Schum. & Thonn (Pedaliaceae) .....              | 24   |
| <b>IV. TRAITEMENTS POST-RECOLTE DES ORGANES COMESTIBLES DES</b>            |      |
| <b>PLANTES SPONTANEEES</b> .....   | 27   |
| 1. Cuisson .....   | 27   |
| 2. Séchage .....   | 27   |
| 3. Fermentation .....  | 28   |
| <b>V. MILIEU D'ETUDE</b> .....   | 28   |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODES</b> .....  | 31        |
| I. MATERIEL .....  | 31        |
| 1. ETUDE ETHNOBOTANIQUE .....  | 31        |
| 2. ANALYSES PHYSICOCHEMIQUES .....   | 31        |
| 2.1. Matériel végétal .....  | 31        |
| 2.2. Matériel technique .....  | 31        |
| II. METHODES .....   | 33        |
| 1. ETUDE ETHNOBOTANIQUE .....  | 33        |
| 1.1. Choix des localités .....   | 33        |
| 1.2. Collecte des données .....  | 35        |
| 1.3. Identification des plantes .....  | 36        |
| 1.4. Détermination du niveau de connaissance et de consommation des plantes<br>spontanées comestibles..... | 36        |
| 2. ANALYSES PHYSICOCHEMIQUES .....   | 37        |
| 2.1. Sélection des espèces végétales .....   | 37        |
| 2.2. Traitement des feuilles .....   | 38        |
| 2.3. Analyses physicochimiques des feuilles .....  | 41        |
| 2.3.1. Détermination de la matière sèche .....   | 41        |
| 2.3.2. Détermination des teneurs en cendres .....  | 41        |
| 2.3.3. Détermination des teneurs en lipides .....  | 42        |
| 2.3.4. Détermination des teneurs en protéines .....  | 42        |
| 2.3.5. Détermination des teneurs en fibres .....   | 43        |
| 2.3.6. Détermination des teneurs en glucides totaux et valeur énergétique .                                | 44        |
| 2.3.7. Détermination de la composition minérale .....  | 44        |
| 2.3.8. Détermination des teneurs en vitamine C .....   | 45        |
| 2.3.9. Détermination des teneurs en caroténoïdes .....   | 46        |
| 2.3.10. Détermination des teneurs en composés phénoliques et activité<br>antioxydante.....                 | 46        |
| 2.3.11. Détermination des teneurs en oxalates .....  | 48        |
| 2.3.12. Détermination des teneurs en phytates .....  | 48        |
| 3. TRAITEMENTS STATISTIQUES DES DONNEES .....  | 49        |
| <b>TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION</b> .....  | <b>50</b> |
| <b>CHAPITRE I: ETUDE ETHNOBOTANIQUE</b> .....  | <b>50</b> |

|   |            |
|---|------------|
| I. RESULTATS .....  | 50         |
| 1. Caractéristiques sociodémographiques de la population enquêtée .....   | 50         |
| 2. Connaissance des plantes spontanées .....  | 53         |
| 2.1. Niveau de connaissance des plantes spontanées par la population enquêtée .....   | 53         |
| 2.2. Mode d'approvisionnement et intérêt gastronomique des plantes spontanées comestibles pour la population enquêtée ..... | 58         |
| II. DISCUSSION .....  | 63         |
| III. CONCLUSION PARTIELLE .....   | 67         |
| <b>CHAPITRE II: CARACTÉRISATION BIOCHIMIQUE DES FEUILLES APRES CUISSON A L'EAU .....</b>                                    | <b>68</b>  |
| I. RESULTATS .....  | 68         |
| 1. Composition biochimique et minérale.....   | 68         |
| 2. Composés nutritionnels et activité antioxydante .....  | 72         |
| 3. Composés antinutritionnels .....   | 76         |
| 4. Bioaccessibilité des minéraux .....  | 79         |
| 5. Relations entre les composés après la cuisson .....  | 81         |
| II. DISCUSSION .....  | 94         |
| III. CONCLUSION PARTIELLE .....   | 101        |
| <b>CHAPITRE III: CARACTÉRISATION BIOCHIMIQUE DES FEUILLES APRES SECHAGE .....</b>   | <b>102</b> |
| I. RESULTATS .....  | 102        |
| 1. Composition biochimique et minérale.....   | 102        |
| 2. Composés nutritionnels et activité antioxydante .....  | 106        |
| 3. Composés antinutritionnels .....   | 110        |
| 4. Bioaccessibilité des minéraux .....  | 113        |
| 5. Relations entre les composés après séchage .....   | 115        |
| II. DISCUSSION .....  | 127        |
| III. CONCLUSION PARTIELLE .....   | 132        |
| <b>CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES .....</b>  | <b>133</b> |
| <b>REFERENCES .....</b>   | <b>138</b> |
| <b>ANNEXES.....</b>   | <b>159</b> |

## SIGLES ET ABREVIATIONS

|                |   |
|----------------|---|
| <b>AFNOR</b>   | : Association Française de Normalisation                      |
| <b>AISA</b>    | : Association Ivoirienne des Sciences Agronomiques            |
| <b>ANADER</b>  | : Agence Nationale d'Appui au Développement Rural             |
| <b>AOAC</b>    | : Association Officielle des Chimistes Analytiques            |
| <b>CEAEQ</b>   | : Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec    |
| <b>CNF</b>     | : Centre National Floristique                                 |
| <b>CNN</b>     | : Conseil National pour la Nutrition                          |
| <b>CNRA</b>    | : Centre National de Recherche Agronomique                    |
| <b>CTA</b>     | : Centre Technique de coopération Agricole et rurale          |
| <b>DCPIP</b>   | : Dichloro-Phéno-Indo-Phénol                                  |
| <b>DPPH</b>    | : 2,2 diphenyl picryl hydrazyl                                |
| <b>EDS-CI</b>  | : Enquête Démographique de la Santé de Côte d'Ivoire          |
| <b>ENSU</b>    | : Espèces Négligées et Sous-Utilisées                         |
| <b>ERO</b>     | : Espèces Réactives de l'Oxygène                              |
| <b>HHDP</b>    | : Hexahydroxydiphénique                                       |
| <b>ICP-MS</b>  | : Spectrométrie de Masse à Source Ionisante au Plasma d'Argon |
| <b>INFOODS</b> | : International Network of Food Data Systems                  |
| <b>INRA</b>    | : Institut National de Recherche Agronomique                  |
| <b>INS</b>     | : Institut National de la Statistique                         |
| <b>IUFRO</b>   | : International Union of Forest Research Organizations        |
| <b>LDL</b>     | : Low-Density Lipoprotein                                     |
| <b>MS</b>      | : Matière Sèche   |
| <b>MSHP</b>    | : Ministère de la Santé et de l'Hygiène Publique              |
| <b>MSLS</b>    | : Ministère de la Santé et de la Lutte contre le Sida         |
| <b>OMS</b>     | : Organisation Mondiale de Santé                              |
| <b>PFNLs</b>   | : Produits Forestiers Non Ligneux                             |
| <b>PNIA</b>    | : Programme National d'Investissement Agricole                |
| <b>RQASF</b>   | : Réseau Québécois d'Action pour la Santé des Femmes          |
| <b>SODEFOR</b> | : Société de Développement des Forêts                         |
| <b>UFHB</b>    | : UNIVERSITE FELIX HOUPHOUET BOIGNY                           |

## LISTE DES TABLEAUX

|                       |  |            |
|-----------------------|--|------------|
| <b>Tableau I</b>      | Plantes spontanées alimentaires au Niger.....  | <b>8</b>   |
| <b>Tableau II</b>     | Les plantes médicinales antidiabétiques du Département de Zouénoula.....   | <b>12</b>  |
| <b>Tableau III</b>    | Composition biochimique d'organes de sept espèces végétales en Côte d'Ivoire .....   | <b>18</b>  |
| <b>Tableau IV :</b>   | Plantes sélectionnées pour l'évaluation de la composition physicochimique et nutritive.....  | <b>37</b>  |
| <b>Tableau V :</b>    | Liste des plantes spontanées alimentaires du Département d'Agboville.....  | <b>54</b>  |
| <b>Tableau VI :</b>   | Propriétés biochimiques et valeur énergétique des feuilles cuites....  | <b>70</b>  |
| <b>Tableau VII :</b>  | Teneurs en minéraux (mg/100 g de MS) des feuilles cuites.....  | <b>71</b>  |
| <b>Tableau VIII :</b> | Rapports numériques entre les facteurs antinutritionnels et certains minéraux contenus dans les feuilles cuites.....                                     | <b>80</b>  |
| <b>Tableau IX :</b>   | Matrice de corrélation de l'ACP des caractéristiques biochimiques et énergétiques des feuilles cuites dans le plan factoriel 1-2 .....                   | <b>84</b>  |
| <b>Tableau X :</b>    | Matrice de corrélation de l'ACP des minéraux des feuilles cuites dans le plan factoriel 1-2 .....  | <b>87</b>  |
| <b>Tableau XI:</b>    | Matrice de corrélation de l'ACP des minéraux et des antinutriments des feuilles cuites dans le plan factoriel 1-2 .....                                  | <b>90</b>  |
| <b>Tableau XII :</b>  | Matrice de corrélation de l'ACP des phytonutriments, de la vitamine C et de l'activité antioxydante des feuilles cuites dans le plan factoriel 1-2 ..... | <b>93</b>  |
| <b>Tableau XIII:</b>  | Propriétés biochimiques des feuilles séchées.....  | <b>104</b> |
| <b>Tableau XIV :</b>  | Teneurs en minéraux (mg/100 g de MS) des feuilles séchées .....  | <b>105</b> |
| <b>Tableau XV:</b>    | Rapports numériques entre les facteurs antinutritionnels et certains minéraux des feuilles séchées .....   | <b>114</b> |
| <b>Tableau XVI :</b>  | Matrice de corrélation de l'ACP des caractéristiques biochimiques et énergétiques des feuilles séchées dans le plan factoriel 1-2 .....                  | <b>117</b> |
| <b>Tableau XVII :</b> | Matrice de corrélation de l'ACP des minéraux des feuilles séchées  |            |

|                      |   |            |
|----------------------|---|------------|
|                      | dans le plan factoriel 1-2 de l'ACP .....   | <b>120</b> |
| <b>Tableau XVIII</b> | Matrice de corrélation de l'ACP des minéraux et antinutriments<br>des feuilles séchées dans le plan factoriel 1-2 .....   | <b>123</b> |
| <b>Tableau XIX :</b> | Matrice de corrélation de l'ACP des phytonutriments, de la<br>vitamine C et de l'activité antioxydante des feuilles séchées dans le<br>plan factoriel 1-2 ..... | <b>126</b> |

## LISTE DES FIGURES

|                  |   |    |
|------------------|---|----|
| <b>Figure 1</b>  | : Photographies de <i>Justicia galeopsis</i> et de <i>Myrianthus arboreus</i> .....   | 22 |
| <b>Figure 2</b>  | : Photographie de <i>Sesamum radiatum</i> et de <i>Solanum americanum</i> .....   | 26 |
| <b>Figure 3</b>  | : Diagramme ombrothermique d'Agboville .....  | 29 |
| <b>Figure 4</b>  | : Localisation des sites de collecte des données .....  | 32 |
| <b>Figure 5</b>  | : Plantes spontanées étudiées .....   | 34 |
| <b>Figure 6</b>  | : Diagramme de fabrication des farines de feuilles .....  | 40 |
| <b>Figure 7</b>  | : Age des enquêtés .....  | 50 |
| <b>Figure 8</b>  | : Sexe des enquêtés .....   | 51 |
| <b>Figure 9</b>  | : Catégories des enquêtés .....   | 51 |
| <b>Figure 10</b> | : Nationalité des enquêtés .....  | 52 |
| <b>Figure 11</b> | : Niveau d'instruction des enquêtés .....   | 52 |
| <b>Figure 12</b> | : Lieu d'approvisionnement .....  | 59 |
| <b>Figure 13</b> | : Usages des plantes spontanées .....   | 59 |
| <b>Figure 14</b> | : Etat de consommation des plantes spontanées .....   | 60 |
| <b>Figure 15</b> | : Organes consommés .....   | 60 |
| <b>Figure 16</b> | : Formes de consommation des plantes spontanées .....   | 61 |
| <b>Figure 17</b> | : Perception du goût des aliments issus des plantes spontanées .....  | 61 |
| <b>Figure 18</b> | : Transformation des plantes après récolte .....  | 62 |
| <b>Figure 19</b> | : Evolution des teneurs en flavonoïdes des feuilles pendant la cuisson.....   | 73 |
| <b>Figure 20</b> | : Evolution des teneurs en polyphénols des feuilles pendant la cuisson. ...   | 74 |
| <b>Figure 21</b> | : Evolution des teneurs en caroténoïdes des feuilles pendant la cuisson...  | 74 |
| <b>Figure 22</b> | : Evolution des teneurs en vitamine C des feuilles pendant la cuisson. ....   | 75 |
| <b>Figure 23</b> | : Evolution de l'activité antioxydante des feuilles pendant la cuisson .....  | 75 |
| <b>Figure 24</b> | : Evolution des teneurs en tanins des feuilles pendant la cuisson .....   | 77 |
| <b>Figure 25</b> | : Evolution des teneurs en oxalates des feuilles pendant la cuisson .....   | 77 |
| <b>Figure 26</b> | : Evolution des teneurs en phytates.....  | 78 |
| <b>Figure 27</b> | : Projection des feuilles ( <b>A</b> ) et de leurs caractéristiques biochimiques et<br>énergétiques( <b>B</b> ) dans le plan formé par les axes F1-F2. .... | 83 |
| <b>Figure 28</b> | : Projection des feuilles ( <b>A</b> ) et des minéraux ( <b>B</b> ) dans le plan factoriel 1-2  | 86 |
| <b>Figure 29</b> | : Projection des feuilles (A) et des minéraux et antinutriments (B) dans<br>le plan factoriel 1-2.....  | 89 |
| <b>Figure 30</b> | : Projection des feuilles cuites (A) et des phytonutriments et de   |    |

|                  |  |     |
|------------------|--|-----|
|                  | l'activité antioxydante (B) dans le plan factoriel 1-2.....  | 92  |
| <b>Figure 31</b> | : Evolution des teneurs en flavonoïdes des feuilles pendant le séchage ...   | 107 |
| <b>Figure 32</b> | : Evolution des teneurs en polyphénols des feuilles pendant le séchage ..  | 107 |
| <b>Figure 33</b> | : Evolution des teneurs en caroténoïdes des feuilles pendant le séchage...   | 108 |
| <b>Figure 34</b> | : Evolution des teneurs en Vitamine C des feuilles pendant le séchage ...  | 108 |
| <b>Figure 35</b> | : Evolution de l'activité antioxydante des feuilles pendant le séchage .....   | 109 |
| <b>Figure 36</b> | : Evolution des teneurs en tanins d des feuilles pendant le séchage .....  | 111 |
| <b>Figure 37</b> | : Evolution des teneurs en oxalates des feuilles séchées. ....   | 111 |
| <b>Figure 38</b> | : Evolution des teneurs en phytates des feuilles séchées.....  | 112 |
| <b>Figure 39</b> | : Projection des feuilles séchées (A) et des caractéristiques biochimiques<br>et énergétiques (B) dans le plan factoriel 1-2 ... ..      | 116 |
| <b>Figure 40</b> | : Projection des feuilles séchées (A) et des minéraux (B) dans le plan<br>factoriel 1-2 .....  | 119 |
| <b>Figure 41</b> | : Projection des feuilles (A) et des minéraux et antinutriments (B) dans le<br>plan factoriel 1-2-.....                                  | 122 |
| <b>Figure 42</b> | : Projection des feuilles (A) et des phytonutriments, de la vitamine C et<br>de l'activité antioxydante dans le plan factoriel 1-2 ..... | 125 |

## ANNEXES

|                  |  |     |
|------------------|--|-----|
| <b>Annexe 1</b>  | : Attestation de recherche .....   | 159 |
| <b>Annexe 2</b>  | : Autorisation de recherche .....  | 160 |
| <b>Annexe 3</b>  | : Fiche d'enquête .....  | 161 |
| <b>Annexe 4</b>  | : Publications tirées de la Thèse .....  | 164 |
| <b>Annexe 5</b>  | : Valeurs propres des axes de l'ACP des caractéristiques biochimiques et énergétiques des feuilles cuites .....                                    | 164 |
| <b>Annexe 6</b>  | : Contributions des observations (%) relatives à l'ACP des caractéristiques biochimiques et énergétiques des feuilles cuites .....                 | 164 |
| <b>Annexe 7</b>  | : Contributions des variables (%) relatives à l'ACP des caractéristiques biochimiques et énergétiques des feuilles cuites .....                    | 165 |
| <b>Annexe 8</b>  | : Valeurs propres des axes de l'ACP des minéraux des feuilles cuites   | 165 |
| <b>Annexe 9</b>  | : Contributions des observations (%) relatives à l'ACP des minéraux des feuilles cuites .....  | 165 |
| <b>Annexe 10</b> | : Contributions des variables (%) relatives à l'ACP des minéraux des feuilles cuites .....   | 166 |
| <b>Annexe 11</b> | : Valeurs propres des axes de l'ACP des minéraux et des antinutriments des feuilles cuites .....   | 166 |
| <b>Annexe 12</b> | : Contributions des observations (%) relatives à l'ACP des minéraux et des antinutriments des feuilles cuites .....                                | 166 |
| <b>Annexe 13</b> | : Contributions des variables (%) relatives à l'ACP des minéraux et des antinutriments des feuilles cuites .....                                   | 167 |
| <b>Annexe 14</b> | : Valeurs propres des axes de l'ACP des phytonutriments, de la vitamine C et de l'activité antioxydante des feuilles cuites .....                  | 167 |
| <b>Annexe 15</b> | : Valeurs propres des axes de l'ACP des phytonutriments, de la vitamine C et de l'activité antioxydante des feuilles cuites .....                  | 167 |
| <b>Annexe 16</b> | : Contributions des observations (%) relatives à l'ACP des phytonutriments, de la vitamine C et de l'activité antioxydante des feuilles cuites ... | 168 |
| <b>Annexe 17</b> | : Contributions des variables (%) relatives à l'ACP des phytonutriments, de la vitamine C et de l'activité antioxydante des feuilles cuites ...    | 168 |
| <b>Annexe 18</b> | : Valeurs propres des axes de l'ACP des caractéristiques biochimiques et énergétiques des feuilles séchées .....                                   | 168 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Annexe 19</b> : Contributions des observations (%) relatives à l'ACP des caractéristiques biochimiques et énergétiques des feuilles séchées ..... | 169 |
| <b>Annexe 20</b> : Contributions des variables (%) relatives à l'ACP des caractéristiques biochimiques et énergétiques des feuilles séchées .....    | 169 |
| <b>Annexe 21</b> : Valeurs propres des axes de l'ACP des minéraux des feuilles séchées .....   | 169 |
| <b>Annexe 22</b> : Contributions des observations (%) relative à l'ACP des minéraux des feuilles séchées .....                                       | 170 |
| <b>Annexe 23</b> : Contributions des variables (%) relative à l'ACP des minéraux des feuilles séchées .....  | 170 |
| <b>Annexe 24</b> : Valeurs propres des axes de l'ACP des minéraux et antinutriments des feuilles séchées .....                                       | 170 |
| <b>Annexe 25</b> : Contributions des observations (%) relative à l'ACP des minéraux et antinutriments des feuilles séchées .....                     | 171 |
| <b>Annexe 26</b> : Contributions des variables (%) relative à l'ACP des minéraux et antinutriments des feuilles séchées .....                        | 171 |
| <b>Annexe 27</b> : Valeurs propres des axes de l'ACP des phytonutriments, de la vitamine C et de l'activité antioxydante des feuilles séchées .....  | 171 |

# **INTRODUCTION**

## INTRODUCTION

La situation mondiale de l'alimentation est très préoccupante. La FAO estimait, en 2017, à plus de 868 millions, le nombre de personnes incapables de combler leurs besoins nutritionnels à travers le monde. Quarante-huit pourcent (48 %) de cette population malnutrie se trouvent dans les pays en développement (FAO *et al.*, 2017). D'un côté, la suralimentation touche environ 1,6 milliard de personnes et d'un autre côté, la faim continue affecte près d'une personne sur cinq dans les pays en développement et une petite fraction de la population des pays développés, soit environ 1 milliard de personnes. Plus de 2 milliards de personnes sont carencées en minéraux ou en vitamines, et près de 30 % des enfants des pays en développement sont victimes de malnutrition (FAO & WHO, 2011).

En 2017, plus de 38 millions d'enfants de moins de cinq ans présentaient un excès pondéral, l'Afrique et l'Asie représentant respectivement 25 et 46 % du total mondial. L'anémie chez les femmes et l'obésité chez l'adulte sont aussi en progression au niveau mondial: une femme sur trois en âge de procréer est anémiée et plus d'un adulte sur huit est obèse, ce qui représente plus de 672 millions de personnes (FAO *et al.*, 2018). Depuis 15 ans, la lutte contre la faim progresse considérablement à l'échelle mondiale tandis que l'Afrique subsaharienne est la région où l'insécurité alimentaire et la malnutrition infantile sont les plus présentes (FAO, 2016).

En Afrique subsaharienne en général et en Côte d'Ivoire en particulier, la situation n'est pas meilleure. En 2014, environ 20,5 % de la population ivoirienne n'a pas atteint le niveau minimal d'apport calorique et le régime alimentaire est resté peu diversifié dans tous les groupes d'âges (FAO-CI, 2018). Ce régime alimentaire généralement peu diversifié, était essentiellement basé sur les tubercules, les racines et les céréales qui contribuent à plus de 65 % des apports énergétiques alimentaires journaliers (MSLS *et al.*, 2013). Les maladies liées aux carences d'une part et celles liées à la surnutrition d'autre part, sont émergentes au sein de la population avec une prévalence croissante de l'obésité, du surpoids et de l'insuffisance pondérale, surtout pour les personnes vulnérables telles que les femmes enceintes, les femmes allaitantes et les enfants (INS & ICFI, 2012 ; MSLS *et al.*, 2013). Par ailleurs, les mauvaises habitudes alimentaires caractérisées par une forte consommation de matières grasses, de sel (chlorure de sodium), de sucre et d'aliments sucrés y compris les boissons sucrées, contribuent à la surcharge pondérale constatée au sein de la population (OMS, 2011). En outre, la transition nutritionnelle en Côte d'Ivoire caractérisée par l'adoption de nouveaux régimes alimentaires de type occidental et un développement de la restauration rapide au détriment d'une alimentation traditionnelle a favorisé une telle situation. La modification des régimes alimentaires ;

## INTRODUCTION

juxtaposée à une sédentarité de plus en plus prononcée de la population (25,5 % chez les personnes âgées de 15 ans et plus) entraîne une augmentation rapide de la prévalence de surpoids et de l'obésité avec pour corollaire l'augmentation des maladies chroniques (Maire *et al.*, 2002). Plusieurs actions contre la faim et la malnutrition ont été entreprises, notamment l'adhésion en 2013 au mouvement Scaling Up Nutrition. Ensuite, la création en juillet 2014, du Conseil National pour la Nutrition (CNN), ayant pour mission de coordonner l'identification et la mise en œuvre des actions en vue de réduire la malnutrition en Côte d'Ivoire. Puis, l'adoption depuis 2014 des stratégies de lutte contre la pauvreté, ainsi que la stratégie nationale de protection sociale visant à améliorer les conditions de vie des populations vulnérables. Enfin, le lancement en février 2018, de la feuille de route pour l'élimination de la faim et de la malnutrition. C'est un Programme de développement durable à l'horizon 2030 pour une Côte d'Ivoire sans faim. Il vise l'élimination de la faim, à assurer la sécurité alimentaire, à améliorer l'alimentation et à promouvoir une agriculture durable (MSHP, 2016 ; FAO-CI, 2018). Un Programme National d'Investissement Agricole (PNIA) a également été adopté (Ministère de l'Agriculture, 2010). Ce programme est le cadre de référence pour la réalisation des investissements dans le domaine agricole ; et il couvre les périodes 2017-2021 (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, 2017). Cependant, la situation nutritionnelle demeure une préoccupation dans plusieurs régions du pays, notamment dans le grand Nord (Nord-Est, Nord, Nord-Ouest) et à l'Ouest (INS & ICFI, 2012

En vue de fournir à la population la possibilité physique, sociale et économique de se procurer une nourriture suffisante et nutritive, les plantes spontanées apparaissent comme une alternative dans la lutte contre l'insécurité alimentaire en Côte d'Ivoire (Ehilé *et al.*, 2019). De nombreuses recherches portant sur la connaissance et l'utilisation des plantes spontanées ont été effectuées en Côte d'Ivoire. Ces travaux ont montré la diversité de ces plantes et surtout l'intérêt que les populations leur accordent (Ambé, 2001 ; Adou & N'guessan, 2006 ; Yao, 2010 ; Soro *et al.*, 2014 ; Kouamé *et al.*, 2015 ; Ouattara *et al.*, 2016). Toutefois, les plantes sauvages sont délaissées par les populations au profit des plantes exotiques au début du 20<sup>e</sup> siècle (Shumsky *et al.*, 2014a). Le problème de la survie des plantes alimentaires sauvages, véritables sources de compléments nutritionnels se pose également alors qu'elles offrent un fort potentiel pour contribuer à une bonne santé et/ou lutter contre l'apparition de certaines maladies (Auboiron, 2008 ; Nedjmi & Soussou, 2014 ; Kasangana, 2018). Les espèces spontanées contiennent des composés biologiquement actifs pouvant améliorer la santé ou réduire le risque de maladies nutritionnelles (Guillouty, 2016). L'étude des plantes spontanées

## INTRODUCTION

servant d'aliments en Côte d'Ivoire n'a pas encore couvert toutes les régions. C'est pourquoi, l'inventaire de la flore alimentaire spontanée s'avère indispensable pour mettre à la disposition du monde scientifique une base de données fiables comme cela existe déjà dans d'autres pays (Nguimbi, 2006 ; Loumeto, 2010 ; Itumba, 2014). La présente étude est une contribution aux études antérieures effectuées par Djaha & Gnahoua (2014) et Piba (2015). Il y a également une insuffisance des données biochimiques et nutritionnelles sur les plantes alimentaires spontanées comme l'ont indiqué les résultats des travaux sur les indicateurs nutritionnels de la biodiversité conduits par la FAO de 2008 à 2012 (FAO, 2013b). Cela pourrait s'expliquer d'une part par la rareté des plantes alimentaires, leur méconnaissance et d'autre part, l'absence de travaux de recherches sur ces espèces (Mangambu *et al.*, 2012). En outre, les études menées en Côte d'Ivoire sur les plantes spontanées alimentaires sont généralement de 3 types. Ce sont les études ethnobotaniques et d'inventaires, les études nutritionnelles et les études des activités anti oxydantes qui représentent respectivement 63 %, 21 % et 16 % des études (Ambé, 2001 ; Ouattara, 2006 ; Soro *et al.*, 2010). C'est donc dans le but de contribuer à une meilleure connaissance des compositions nutritionnelles des plantes spontanées que cette étude a été initiée.

Ainsi, l'objectif général de cette étude est d'évaluer les potentialités nutritives des plantes spontanées alimentaires présentes dans le Sud de la Côte d'Ivoire (Agboville)

Plus spécifiquement, il s'agit de :

- réaliser une étude ethnobotanique des plantes spontanées alimentaires du département d'Agboville;
- déterminer les potentialités nutritives de quelques plantes spontanées ;
- analyser l'effet de la cuisson et du séchage sur la composition nutritive de ces plantes.

**PREMIERE PARTIE:  
GÉNÉRALITÉS**

## I. PLANTES SPONTANÉES

### 1. Définition

Les plantes spontanées sont des espèces végétales qui se développent naturellement à l'état sauvage, sans l'intervention de l'homme (Guehiliz, 2016). Les plantes spontanées sont encore désignées par la terminologie de plantes indigènes. D'autres termes sont de plus en plus connus, notamment, les plantes de cueillette ou plantes sauvages comestibles ou plantes sous-utilisées ou négligées ou encore produits forestiers non ligneux d'origines végétale (Piba, 2015). Il est aussi apparu les appellations de plantes sous-utilisées ou négligées, indiquant celles dont l'utilisation par les populations est tombée dans l'oubli au profit des cultures plus rentables économiquement ou pour d'autres raisons (Temu *et al.*, 2016). Le terme d'aliments locaux et traditionnels (ALT) est également utilisé, cette appellation fait référence aux végétaux ou animaux (insectes inclus) identifiés comme comestibles au sein d'une culture donnée, disponibles parmi les ressources locales et culturellement acceptés. Le concept inclut des considérations socio-culturelles et les techniques et connaissances locales pour l'acquisition, la transformation et la consommation de ces produits alimentaires (Daudet, 2012). Les plantes spontanées sont souvent qualifiées de mineures du fait de leur faible valeur économique globale en termes de production commerciale face aux cultures vivrières et autres matières premières agricoles. Tout un éventail de termes est employé pour qualifier les plantes sous-utilisées : plantes mineures, plantes locales, plantes traditionnelles, plantes sous-exploitées, plantes sous-développées, plantes orphelines, plantes perdues, plantes nouvelles, plantes prometteuses et plantes alternatives (Temu *et al.*, 2016). Elles ont un potentiel sous-exploité en ce qui concerne leur contribution à la sécurité alimentaire, à la santé, à la génération de revenus et à leur apport environnemental (Batal, 2006).

### 2. Diversité des plantes spontanées

L'Afrique possède une grande variété de plantes spontanées (Nguimbi, 2006; Guimbo *et al.*, 2012; Shumsky *et al.*, 2014b). Plusieurs auteurs ont décrit les plantes par rapport aux utilisations faites par les populations en Côte d'Ivoire (Adou *et al.*, 2006 ; N'guessan *et al.*, 2009 ; Kouamé *et al.*, 2015 ; Ta Bi *et al.*, 2016). Ces études n'ont cependant pas encore couvert toutes les régions du pays. Il est donc impossible d'indiquer une liste de toutes les plantes spontanées rencontrées. C'est pourquoi l'inventaire de la flore spontanée s'avère indispensable pour mettre à la disposition du monde scientifique une base de données fiables comme cela existe déjà dans plusieurs pays comme le Togo, la République Démocratique du Congo (RDC),

## GÉNÉRALITÉS

le Gabon, le Benin et l'Algérie (Carrière, 2000; Ekué *et al.*, 2008; Atato *et al.*, 2012). L'ensemble des services rendus à l'humanité par la biodiversité végétale fait du monde végétal un réservoir potentiel d'utilisations qu'il convient de protéger. En effet, les végétaux permettent à l'homme de se nourrir (plantes alimentaires, condimentaires), de se protéger (bois de meuble, d'habitation) et de se soigner (plantes médicinales) (Valadeau, 2010 ; N'zuki, 2016; Temu *et al.*, 2016). Les plantes spontanées comestibles peuvent être regroupées soit en fonctions des organes consommés soit selon une approche systématique. Selon l'approche systématique, on distingue les Cyanobactéries, les champignons et les plantes supérieures (Malaisse, 2004). Les Cyanobactéries (algues) sont des plantes aquatiques à chlorophylle. Elles sont réparties en trois groupes : Chlorophytes (algues vertes), Rhodophycées (algues rouges), Phéophycées (algues brunes). La production mondiale d'algues est en constante augmentation avec une hausse de plus de 5,7 % par an (Aoud *et al.*, 2018). La consommation des algues est connue en Asie de même qu'en Afrique notamment au Tchad avec les galettes bleues-vertes dénommées «dihé» et qui sont obtenues des eaux saumâtres du Kanem. Elles sont riches en protéines et constituent une nourriture de grande valeur alimentaire. Les spirulines contiennent 57 % de protéines, 24 % de glucides et 7 % de lipides; sont riches en K et Na, lorsqu'elles sont séchées (Malaisse, 2004). Les algues sont un aliment traditionnellement consommé par de nombreux peuples à travers le monde et particulièrement en Asie. En Europe et surtout en Afrique, la consommation d'algues n'est pas réellement ancrée dans les habitudes alimentaires (Le Bras *et al.*, 2014). La production mondiale d'algues est estimée à plus de 24 millions de tonne par an en 2017 dont 70 % sont destinées à l'alimentation. L'Afrique ne produit que 1 % loin derrière la Chine avec plus de 53%. Les algues sont des sources de protéines, de fibres, de minéraux, de vitamines et de composés antioxydants. Elles ont pour cela un bénéfice santé avéré (Marfaing, 2017). Les algues interviennent dans divers domaines tels que l'agroalimentaire (additifs alimentaires), l'alimentation humaine, la pharmacutique, la cosmétique, l'agriculture (agrofouritures, alimentation animale) et les bioénergies.

Les champignons sauvages comestibles sont des Produits Forestiers non Ligneux (PFNLs) ayant plus de valeur avec un potentiel élevé pour l'expansion commerciale. Ils sont largement exploités par les populations rurales africaines principalement comme ressources alimentaires (Fadeyi *et al.*, 2017). Les champignons comestibles en Afrique sont variés et ce, en fonction du pays et des écosystèmes qui les hébergent. En Centrafrique, des travaux ont permis de dénombrer une vingtaine. De même, plus de la cinquantaine d'ethnospecies ont été répertoriées en République Démocratique du Congo (RDC). Ils font aussi l'objet d'une commercialisation en Afrique (Malaisse, 2004). En Côte d'Ivoire, quelques travaux ont été

## GÉNÉRALITÉS

consacrés aux champignons. Anno (2016) a effectué des enquêtes dans trois bassins de ramassage de champignon au Centre de la Côte d'Ivoire. Il ressort de cette enquête que les populations de ces zones détiennent une bonne connaissance des champignons tant chez les hommes que chez les femmes (98 %). Ces champignons constituent une source alimentaire importante et l'analyse de leurs caractéristiques chimiques a montré qu'ils sont riches en glucides (52 à 64,04 %), en protéines (23,47 à 30,90 %), en fibres (7,72 à 20,13 %), en minéraux avec le potassium et le phosphore les plus prépondérants, et en acides aminés essentiels. Ces champignons présentent également de faibles teneurs en lipides. L'estimation quantitative des composés bioactifs des champignons analysés a révélé qu'ils sont caractérisés par des teneurs élevés en composés phénoliques totaux (277,36 à 420,86 mg (EAG) /100g) et en tanins totaux (150,61 à 220,47 mg (EAT)/100g). Les teneurs en flavonoïdes sont de l'ordre de 42,73 à 88,31 mg(EQ)/100g. L'activité antioxydante se situe entre 34,10 et 64,24 % d'inhibition du DPPH. Zoho-Bi *et al.* (2016), a réalisé une étude chimique afin de promouvoir la consommation de champignons comestibles en Côte d'Ivoire. Cette étude s'est intéressée à la composition de six espèces de champignons comestibles (*Volvariella volvacea*, *Termitomyces letestui*, *Psathyrella tuberculata*, *Lentinus brunneofloccosus*, *Hirneola auricula-judae*, *Pleurotus ostreatus*). Ces résultats ont clairement montré que les champignons sont riches en nutriments. L'incorporation de la poudre de champignon dans le régime de contrôle provoque des modifications de la valeur moyenne de certains métabolites sériques et d'électrolytes. Les champignons peuvent être proposés comme régime diététique pour les personnes obèses (Zoho-Bi *et al.*, 2018).

Pour ce qui concerne les plantes supérieures sauvages comestibles, un inventaire reposant sur la systématique, permet de distinguer la consommation de Ptéridophytes, de Pinophytes et de Magniophytes (Malaisse, 2004). Les Ptéridophytes ou fougères sont des végétaux terrestres vasculaires. Les ptéridophytes se reproduisent sans graine ni fleur, uniquement par l'intermédiaire de spores. Bilosso (2010), a effectué des travaux sur trois espèces de fougère exploitées et commercialisées à Kinshasa: il s'agit de *Cyclorosorus gongyloides*, *Pteridium aquilinum* et *Pteridium centrali-africanum*. L'étude a permis de déterminer les éléments de qualité et d'appréciation pour les consommateurs de fougères.

Les Pinophytes sont des plantes vasculaires à graines en cônes existant sous forme de plantes ligneuses dont la grande majorité est des arbres, les autres étant des arbustes. La consommation de Pinophytes est bien connue avec deux espèces (*Gnetum africanum* et *Gnetum buchholzianum*) du Cameroun au Congo. Leurs feuilles sont comestibles. La valeur nutritive et socio-économique de cette ressource est importante (Malaisse, 2004). Les Magniophytes ou les Angiospermes regroupent les plantes à fleurs, et donc les végétaux qui

portent des fleurs, puis des fruits. Ils représentent le taxon végétal qui fournit le plus de produits comestibles.

### 3. Usages des plantes spontanées

#### 3.1. Usages alimentaires

Une vaste étude des ressources alimentaires dans 152 pays a révélé que dans chacun d'eux, les principales denrées alimentaires qui contribuent à 90% dans l'apport total en protéines, en graisses et en énergie appartenaient à un total de 94 espèces (Khoury *et al.*, 2014). Une revue à l'échelle mondiale de plusieurs listes de plantes a permis d'estimer plus de 4000 espèces végétales alimentaires comestibles (RCI, 2014). Les Espèces Négligées et Sous-utilisées (ENSU) constituent un grand réservoir de l'alimentation (Daudet, 2012). Beaucoup de ces plantes se sont adaptées aux conditions de croissance marginales, incluant des sols pauvres, de faibles disponibilités en eau, une sécheresse intense, le gel et les zones à risque d'inondation. Pour cette raison, elles peuvent jouer un rôle dans l'atténuation des risques et l'amélioration de la résilience des systèmes de production agricole (Daudet, 2012). Ces plantes ont servi et servent encore de ressources indispensables pendant les périodes de crises de tout genre, pendant les périodes de soudures et même pendant des périodes de calamités naturelles (Temu *et al.* 2016). Lorsque surviennent des périodes où les productions agricoles ne peuvent pas satisfaire les besoins des populations, les espèces végétales sauvages constituent une alternative alimentaire pour les paysans pauvres dont le revenu moyen annuel est faible (Eyog, 2006). De façon traditionnelle, plusieurs paysans préservent dans leurs champs des plantes en fonction de l'intérêt que ceux-ci leur accordent. Ainsi, il existe dans des plantations, des plantes sauvages qui pourront servir de source d'aliments. Cette pratique montre l'intérêt que revêtent ces plantes auprès des populations (Shumsky *et al.*, 2014b). De nombreuses plantes alimentaires spontanées sont régulièrement ou occasionnellement consommées à travers plusieurs pays (Atato *et al.*, 2012). Ainsi au Niger selon RADHORT (2012), les feuilles d'*Achyranthes aspersa*, *Adansonia digitata*, *Amaranthus graecizans*, les fruits de *Daniellia oliveri*, *Detarium microcarpum*, *Borassus aethiopum* et *Citrullus colarynthus*, la gomme de *Combretum nigricans*, les fleurs de *Bombax costatum* et de *Balanites aegyptiaca* et les tubercules de *Ceropegia* sont récoltés et consommés, les périodes de disponibilités étant liées à chaque espèce (Tableau I).

## GÉNÉRALITÉS

**Tableau I:** Plantes alimentaires spontanées au Niger

|    | <b>Genres et espèces</b>      | <b>Famille</b>  | <b>Organes consommés</b> | <b>Période de disponibilité</b> |
|----|-------------------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------------|
| 1  | <i>Achyranthes aspersa</i>    | Amaranthaceae   | Feuilles                 | Juin à Sept.                    |
| 2  | <i>Adansonia digitata</i>     | Bombacaceae     | Feuilles                 | Juin à Oct.                     |
| 3  | <i>Amaranthus graecizans</i>  | Amaranthaceae   | Feuilles                 | Juil. à Sept.                   |
| 4  | <i>Amaranthus spinosus</i>    | Amaranthaceae   | Feuilles                 | Juin à Sept.                    |
| 5  | <i>Amaranthus viridis</i>     | Amaranthaceae   | Feuilles                 | Juin à Sept.                    |
| 6  | <i>Ampelocissus grantii</i>   | Ampelidaceae    | Fruits                   | Septembre                       |
| 7  | <i>Annona senegalensis</i>    | Annonaceae      | Fruits                   | Juil. à Nov.                    |
| 8  | <i>Balanites aegyptiaca</i>   | Balanitaceae    | Fleurs                   | Mars à Avr.                     |
| 9  | <i>Bauhinia rufescens</i>     | Caesalpiniaceae | Feuilles                 | 12 mois                         |
| 10 | <i>Bombax costatum</i>        | Bombacaceae     | Fleurs                   | Nov. - Déc.                     |
| 11 | <i>Borassus aethiopum</i>     | Palmae          | Fruits Immatures         | Avr. - Mai                      |
| 12 | <i>Boscia salicifolia</i>     | Capparidaceae   | Feuilles                 | Juin - Juil.                    |
| 13 | <i>Boscia senegalensis</i>    | Capparidaceae   | Feuilles                 | 12 mois                         |
| 14 | <i>Butyrospermum</i>          | Sapotaceae      | Fruits                   | Juin - Juil.                    |
| 15 | <i>Cadaba farinosa</i>        | Capparidaceae   | Feuilles                 | Juin à Déc.                     |
| 16 | <i>Cassia tora</i>            | Caesalpiniaceae | Feuilles                 | Juin à Sept.                    |
| 17 | <i>Celtis integrifolia</i>    | Ulmaceae        | Feuilles                 | Juin à Oct.                     |
| 18 | <i>Cenchrus biflorus</i>      | Poaceae         | Grains                   | Sept. - Oct.                    |
| 19 | <i>Ceratotheca</i>            | Pedaliaceae     | Feuilles                 | 12 mois                         |
| 20 | <i>Ceropegia</i>              | Asclepiadaceae  | Tubercules               | 12 mois                         |
| 21 | <i>Citrullus colarynthus</i>  | Cucurbitaceae   | Fruits                   | Sept. à Févr.                   |
| 22 | <i>Citrullus lanatus</i>      | Cucurbitaceae   | Fruits                   | Sept. à Jan.                    |
| 23 | <i>Combretum nigricans</i>    | Combretaceae    | Gomme                    | Nov. à Déc.                     |
| 24 | <i>Commiphora africana</i>    | Burseraceae     | Feuilles                 | Juin à Sept.                    |
| 25 | <i>Corchorus aestuans</i>     | Tiliaceae       | Feuilles                 | Août à Sept.                    |
| 26 | <i>Corchorus fascicularis</i> | Tiliaceae       | Feuilles                 | Oct. à Nov.                     |
| 27 | <i>Corchorus olitorius</i>    | Tiliaceae       | Feuilles                 | Juin à Mars                     |
| 28 | <i>Corchorus tridens</i>      | Tiliaceae       | Feuilles                 | 12 Mois                         |
| 29 | <i>Cordia senegalensis</i>    | Borraginaceae   | Fruits                   | Sept.                           |
| 30 | <i>Crataeva religiosa</i>     | Capparidaceae   | Feuilles                 | Juin à Déc.                     |
| 31 | <i>Daniellia oliveri</i>      | Caesalpiniaceae | Fruits                   | Jan. à Mars                     |
| 32 | <i>Detarium microcarpum</i>   | Caesalpiniaceae | Fruits                   | Nov. à Déc.                     |
| 33 | <i>Diospyros</i>              | Ebenaceae       | Fruits                   | Nov.-Déc.                       |
| 34 | <i>Euphorbia balsamifera</i>  | Euphorbiaceae   | Feuilles                 | Oct. - Mai                      |
| 35 | <i>Euphorbia</i>              | Euphorbiaceae   | Feuilles                 | Juin à Sept.                    |
| 36 | <i>Ficus dekdekena</i>        | Moraceae        | Feuilles                 | Oct. à Mai                      |

Source : RADHORT, 2012.

## GÉNÉRALITÉS

Il s'agit des espèces qui procurent aux populations différents produits destinés à leur consommation parmi lesquels figurent les fruits, les graines, les feuilles, les tiges, les fleurs et les racines (Balla *et al.*, 2008; Guigma *et al.*, 2012 ; Guimbo *et al.*, 2012 ; Boedecker *et al.*, 2014). En Afrique de l'Ouest, Batiwala *et al.* (2005) ont identifié au total, 105 espèces légumières de cueillette réparties en 82 genres et 45 familles. Les familles les plus représentées sont: les Malvaceae, les Moraceae, les Fabaceae, les Tiliaceae, les Asteraceae, les Caesalpiniaceae, les Convolvulaceae et les Euphorbiaceae (Malela *et al.*, 2016). L'inventaire des fruits spontanés de la flore du Congo a permis de déceler 95 espèces réparties en 28 familles. Parmi ces familles, les plus représentées sont celles des Burseraceae, des Apocynaceae, des Sapotaceae et des Anacardiaceae. Les écosystèmes forestiers fournissent plus de fruits comparativement aux formations herbacées. Nombreux de ces fruits sont consommés dans toute la région floristique guinéo-congolaise. Les différents organes consommés sont variés: Ce sont les bourgeons, les feuilles, les tiges, les écorces, les racines, les fleurs, les fruits et les graines. Au Niger, les organes et produits utilisés dans l'alimentation sont les fruits (40,91 %), les feuilles (36,36 %), les graines/amandes (10,61 %), les inflorescences/fleurs (9,09 %), la gomme (1,52 %) et l'hypocotyle (1,52 %) (Guimbo *et al.*, 2012). Certaines de ces espèces sont récoltées durant toute l'année (12 %) alors que les autres (88 %) sont caractérisées par des périodes de récoltes saisonnières. L'utilisation alimentaire concerne la consommation en nature des fruits ou des graines (24 espèces), la préparation de sauce (12 espèces), de bouillie (4 espèces), de boisson (2 espèces), de salade (17 espèces) et du couscous (19 espèces). Elles représentent des sources de macronutriments, de micronutriments et d'antioxydants qui permettent de maintenir la ration alimentaire équilibrée (Guimbo *et al.*, 2012). Selon les travaux de Diop *et al.* (2011) au Sénégal, 34 espèces sont susceptibles d'intervenir dans l'alimentation humaine. Gautier-Béguin (1992), a recensé dans le V Baoulé à Zougoussi, 48 espèces de plantes spontanées dont les organes sont consommés. Bédiakon *et al.* (2018), en pays Krobou dans la région d'Agboville (Sud forestier de la cote d'Ivoire) ont relevé 96 espèces de plantes sauvages intervenant dans l'alimentation. Une investigation menée par Djaha & Gnahoua (2014) dans les forêts et savanes au Sud-Est et au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire précisément dans les localités d'Abidjan, d'Aboisso, d'Agboville, de Divo et d'Oumé a permis de recenser parmi les végétaux spontanés, 23 espèces comestibles. Ambe (2001) pour sa part, s'est intéressé aux savanes de la moitié Nord de la Côte d'Ivoire. Celles-ci regorgent 75 espèces sauvages à fruits comestibles. Ce sont des arbustes, des arbres et des lianes. Certains fruits sont consommés à l'état frais alors que d'autres font l'objet de cuisson ou d'extraction pour l'huile. Comme exemples, *Parkia biglobosa* sert à la réalisation du

## GÉNÉRALITÉS

soumbra ; *Vitellaria paradoxa* pour la réalisation du beurre de karité, *Pentadesma butyraces* pour la fabrication d'un excellent beurre alimentaire. Les travaux de Djaha et Gnahoua (2014) et Kouamé et Gnahoua. (2008) à Oumé, en pays Gagou et Gouro ainsi qu'en pays bété, précisément dans le département de Gagnoa, a permis de répertorier 80 espèces de plantes indigènes des localités considérées. De même Ouattara *et al* (2016), a évalué le niveau de connaissance et d'exploitation des plantes sauvages comestibles dans le département de Bondoukou. Les résultats de ces travaux ont donné 81 espèces appartenant à 76 genres et 41 familles qui sont consommées. Les Malvaceae, les Annonaceae, les Arecaceae (palmiers) et les Fabaceae sont les familles dominantes. Les organes les plus consommés sont en ordre décroissant d'importance les fruits (57,14 %), les feuilles (26,19 %) et les graines (10,71 %). Les autres organes consommés sont les écorces (2,38 %), les fleurs, les sèves et les tubercules avec chacun 1,37 %. Les plantes alimentaires cueillies sont bien perçues car possèdent de bonnes propriétés nutritionnelles et sanitaires (Daudet, 2012).

Ces organes peuvent être consommés cuits ou crus, bouillis ou rôtis. Ils peuvent subir des transformations telles que la fermentation, la germination, le séchage et la congélation pour prolonger leur durée de conservation avant d'être admis à la consommation. Ces traitements permettent également d'améliorer leurs qualités organoleptique et nutritionnelle (Champ, 2013). Les fruits charnus constituent des friandises fréquentes, d'autres fruits comestibles sont utilisés directement ou indirectement pour l'alimentation humaine (boissons, légumes, condiments, stimulants, etc.). Les fleurs consommées sont variées. Elles le sont pour leur goût sucré et servent également pour la préparation de sauces (Malaisse, 2004 ; Itumba, 2014). De nombreuses plantes spontanées ont des profils nutritionnels similaires à ceux des principaux produits de base, et peuvent contribuer à la sécurité alimentaire et nutritionnelle et à l'amélioration de la santé humaine, si elles sont promues à plus grande échelle. La capacité d'adaptation de ces plantes aux conditions de croissance stressantes fait d'elles, des atouts importants (Guehiliz, 2016). Certaines plantes sont riches en oligo-éléments et pourraient donc améliorer la teneur des aliments en nutriments essentiels de millions de personnes dans le monde entier. La consommation de divers organes de plantes sauvages et de champignons est donc une opportunité qui se présente face à la croissance de l'utilisation des engrais et pesticides dans l'agriculture moderne qui réduisent la qualité des aliments cultivés (Tchatchambe *et al.*, 2017). Les légumes-feuilles peuvent être répartis en diverses catégories. Ce sont les salades (feuilles non cuites constituant un plat d'accompagnement), les garnitures (feuilles non cuites utilisées pour décorer les plats), les condiments (feuilles macérées ou sucrées en petites quantités, qui relèvent par contraste le goût du plat principal), les épinards

## GÉNÉRALITÉS

(feuilles cuites consommées comme plat d'accompagnement) et les herbes potagères (feuilles cuites mélangées dans une sauce ou avec d'autres légumes) (Stevens, 1990 ; Malaisse, 2004). Malgré cette richesse floristique et les nombreuses utilisations, les investigations physico-chimiques de ces organes demeurent insuffisantes (Malela *et al.*, 2016).

### 3.2. Usage médical

Les humains ont toujours considéré la nature comme leur première pharmacie grâce aux nombreuses vertus thérapeutiques qu'ils ont trouvées dans les plantes. Bien que l'industrie pharmaceutique et la médecine moderne proposent des soins avec des médicaments bien élaborés et efficaces, la pharmacopée demeure une voie de traitement des maladies en milieu rural et même urbain de nos jours (Dro *et al.*, 2013 ; OMS, 2013). Cette pratique est transmise dans la société traditionnelle afin de conserver une tradition thérapeutique des ascendants (Ouattara, 2006). Aujourd'hui encore, près de 80 % de la population mondiale a principalement recours aux médecines traditionnelles, pour ses soins de santé primaire (OMS, 2013). La médecine traditionnelle est largement employée et appréciée pour un certain nombre de raisons dont la qualité, la sécurité et l'efficacité (OMS, 2000). Elle participe à la réalisation de l'objectif de donner à tous un accès aux soins. Pour plusieurs millions de personnes, les médicaments à base de plantes et les traitements traditionnels constituent la principale, voire, l'unique source de soins de santé. Ces soins sont proches des gens, faciles d'accès et financièrement abordables. Egalement, ils sont culturellement acceptables et un grand nombre de personnes leur font confiance (MSLS, 2014 ; Koulibaly *et al.*, 2016). Le coût abordable de la plupart des médicaments traditionnels, les rend d'autant plus attrayants à l'heure où les frais de santé explosent et où l'austérité est quasiment universelle (OMS, 2014 ; Nzuki, 2016). Ils sont moins coûteux et accessibles pour les populations qui ont un niveau de vie moyen. Les médicaments à base de plantes ont une importance considérable dans le commerce international. La reconnaissance de leur valeur clinique, pharmaceutique et économique, bien que variant fortement selon les pays, continue de croître (OMS, 2013). Dans les pays développés, les médecines traditionnelles, complémentaires et parallèles connaissent un succès croissant. Ainsi, la proportion des populations ayant eu recours à ces médecines au moins une fois dans leur vie est de 48 % en Australie, 31 % en Belgique, 70 % au Canada, 49 % en France et 42 % aux Etats-Unis d'Amérique (OMS &FAO, 2003). En Afrique et principalement en Afrique de l'Ouest, les populations ont également recours aux organes végétaux pour se soigner (Ouattara, 2006). En effet, les potentiels pharmaceutiques de ces plantes médicinales sont considérables. Cependant seulement très peu d'espèces, éventuellement utilisées pour des applications médicales et nutritionnelles, ont été étudiées. Des données relatives à l'innocuité et à l'efficacité

## GÉNÉRALITÉS

sont disponibles pour un nombre plus restreint de plantes, ainsi que leurs préparations, leurs extraits et principes actifs (Vachon, 2014; Didier, 2015). En Côte d'Ivoire, les populations utilisent les plantes médicinales à cause de leurs capacités à soigner les maladies, des plus bénignes aux plus complexes (MSHP, 2016). Si l'on y ajoute leurs vertus réparatrices, tonifiantes, sédatives, revitalisantes ou immunologiques, on mesure mieux l'aide précieuse qu'elles sont susceptibles d'apporter au quotidien (Mehdioui & Kahouadji, 2007).

En Côte d'Ivoire, Gnagne *et al.* (2017) ont inventorié les plantes spontanées servant à soigner le diabète dans le département de Zuénoula. Ainsi, les rameaux feuillés d'*Abrus precatorius* L et d'*Ageratum conyzoides* L servent à préparer une décoction utilisée contre le diabète. De même, les écorces d'*Anacardium occidentale* L, d'*Anthocleista djalonensis* A. Chev., de *Cassia siamea* Lam. et de *Zanthoxylum gillettii* (Engl.) sont utilisées selon le même mode d'administration (Tableau II). Vroh *et al.* (2014) ont également étudié la disponibilité végétale des espèces spontanées à usages traditionnels à Agbaou en Côte d'Ivoire. Ils indiquent que les feuilles d'*Aframomum sceptrum* sont utilisées contre les hémorroïdes, l'écorce d'*Anchomanes difformis* est utilisée contre le rhumatisme, les feuilles de *Ceiba pentandra* utilisées dans le traitement de la toux et les racines d'*Elaeis guineensis* contre l'asthme.

**Tableau II** :Plantes médicinales antidiabétiques du Département de Zouénoula

| Noms scientifiques   | Familles                | Parties utilisées                   | Préparation            |
|--|-------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| <i>Abrus precatorius</i> L.  | Fabaceae                | Rameaux feuillés                    | Décoction              |
| <i>Ageratum conyzoides</i> L.  | Asteraceae              | Rameaux feuillés                    | Décoction              |
| <i>Allium sativum</i> L.   | Amaryllidaceae          | Bulbe                               | Mastication            |
| <i>Anacardium occidentale</i> L.   | Anacardiaceae           | Écorces de tige                     | Décoction              |
| <i>Anthocleista djalonensis</i> A.   | Gentianaceae            | Écorces de tige                     | Décoction              |
| <i>Bidens pilosa</i> L.  | Asteraceae              | Rameaux feuillés                    | Décoction              |
| <i>Boerhavia diffusa</i> L.  | Nyctaginaceae           | Rameaux feuillés                    | Décoction              |
| <i>Cassia occidentalis</i> L.  | Fabaceae                | Rameaux feuillés                    | Décoction              |
| <i>Cassia siamea</i> Lam.  | Fabaceae                | Écorces de tige                     | Décoction              |
| <i>Dissotis rotundifolia</i> (Sm.)   | Melastomataceae         | Rameaux feuillés                    | Décoction              |
| <i>Mareya micrantha</i> (Benth.)   | Euphorbiaceae           | Rameaux feuillés                    | Décoction              |
| <i>Momordica charantia</i> L.  | Cucurbitaceae           | Rameaux feuillés                    | Macération             |
| <i>Morinda morindoides</i> (Bak.)<br>Milne-Redh.                                     | Rubiaceae               | Rameaux feuillés                    | Décoction              |
| <i>Tapinanthus bengwensis</i> (Engl.<br>& Krause) Danser                             | Loranthaceae            | Rameaux feuillés                    | Décoction              |
| <i>Terminalia catappa</i> L.   | Combretaceae            | Écorces de tige                     | Décoction              |
| <i>Trema guineensis</i> Schum. &<br><i>Zanthoxylum gillettii</i> (Engl.)<br>Waterman | Cannabaceae<br>Rutaceae | Rameaux feuillés<br>Écorces de tige | Décoction<br>Décoction |

Source : Gnagne *et al.*, 2017

## GÉNÉRALITÉS

### 3.3. Autres usages

Plusieurs plantes sont utilisées par les populations pour se procurer différents services. Ces plantes spontanées sont utilisées dans des services tels que l'architecture, les rituels, la météo, la production d'énergie, l'hygiène, la littérature et l'artisanat (Kahindo *et al.*, 2001; Koni & Bostoen, 2008). Environ 10 % des plantes sont utilisées dans la construction des cases, cuisines, cabanes, clôtures et autres (Ngoye, 2010). Il s'agit le plus souvent, des arbres les plus solides de la forêt et de la savane, qui sont utilisés comme pieux, mais aussi des plantes herbacées comme le jonc et le rotin qui servent de liens, et des feuilles qui servent de revêtement des toitures. Il existe des espèces connues pour leur longévité, car les mêmes pieux peuvent être réutilisés plus d'une fois (Koni & Bostoen, 2008). Certaines plantes servent en artisanat pour fabriquer des objets comme les paniers, les pièges. D'autres servent de récipients pour conserver des céréales. Les instruments de musique (tambours), de chasse (arc, flèche), les mortiers, les pilons, les manches de houe ou de hache sont fabriqués avec des espèces de bois. Les objets d'art sont aussi fabriqués avec des types d'arbres privilégiés (Loumeto, 2010). En cela, les plantes qui, selon les saisons, soit perdent leurs feuilles, soit entrent en floraison, sont d'un grand intérêt (Nguessan *et al.*, 2009). Presque tous les arbres morts et secs peuvent être utilisés comme combustible soit pour cuire des aliments soit pour se chauffer (Loumeto, 2010). Il y a des plantes adoptées pour l'usage hygiénique. Certaines sont utilisées comme papier toilette, d'autres comme cure-dents alors que plusieurs feuilles servent d'emballage (Koni & Bostoen, 2008). Un autre aspect, et non le moindre, est l'évocation des espèces végétales dans la littérature orale. Certains sont utilisés à cause des ressemblances morphologiques entre les plantes et partant dans les affaires humaines, juridiques ou politiques. D'autres sont utilisés pour marquer leur importance dans la vie des gens (Loubelo, 2012 ; bourobou, 2013). Vroh *et al.*, (2014) ont identifié plusieurs usages à certaines plantes. On y retrouve des usages pour toiture et balai pour les feuilles d'*Elaeis guineensi*, celles de *Thaumatococcus danilelii* servent d'emballage, la tige d'*Olyra latifolia* sert à la fabrication de gouttière et le tronc de *Ricinodendron heudelotii* (Baill.) sert à faire la sculpture.

## II. ORGANES COMESTIBLES DES PLANTES SPONTANÉES

### 1. Définition

Les organes végétaux comestibles sont les différentes parties des plantes qui entrent dans l'alimentation humaine. Ces organes sont variés. Les plus consommés sont en ordre

## GÉNÉRALITÉS

décroissant d'importance les fruits (57,14 %), les feuilles (26,19 %) et les graines (10,71 %). Les autres organes consommés sont les écorces (2,38 %), les fleurs, les sèves et les tubercules avec chacun 1,37 % (Itumba, 2014; Ouattara *et al.*, 2016). La plupart des fruits et des noix se mange directement alors que les tubercules riches en féculents doivent être cuits avant d'être mangées accompagnées de sauce à base de feuilles et d'épices (Tinde, 2006).

Les fruits spontanés sont consommés aussi bien par les populations rurales que citadines. Ces fruits sont généralement saisonniers et de nombreuses activités se déroulent autour d'eux. Dans certaines plantations, des arbres fruitiers sont préservés lors du défrichage afin de bénéficier de leurs fruits une fois en production. Ils sont consommés crus ou cuits, et sont susceptibles de procurer des ressources financières. Ces fruits possèdent des valeurs nutritionnelles certaines (Ambé, 2001).

Les feuilles de certaines plantes (incluant les jeunes pousses, les tiges succulentes, les fleurs) sont utilisées dans l'alimentation humaine comme légumes (Adjatin, 2006). Les légumes-feuilles traditionnels sont progressivement remplacés par les espèces récemment introduites dont la consommation a pris de l'importance surtout en milieu urbain. Néanmoins, les légumes-feuilles traditionnels incluant les légumes-feuilles de cueillette constituent une agriculture de subsistance et d'aliments d'appoint en période de soudure par les populations rurales (OMS & FAO, 2003). Pour ce qui est de la tige, de nombreuses plantes ont des tiges comestibles. *Cissus dinklagei* est une liane qui est source d'eau à boire en forêt, *Costus lucanusianus* est une herbe dont la tige est consommée crue. La consommation des fleurs a été observée chez *Bombax costatum* dont les pétales séchés servent à préparer des sauces. C'est également le cas pour la consommation de la sève, observée chez *Raphia hookeri*. La consommation de tubercules est aussi observée chez *Dioscorea bulbifera*, *Dioscorea dumetorum* et *Dioscorea dumetorum* (Itumba, 2014 ; Ouattara *et al.*, 2016).

### **2. Composition physicochimique et nutritionnelle des organes comestibles des plantes spontanées**

Les organes végétaux sont les principales ressources alimentaires de l'homme (Tableau III). Ils renferment les différents groupes d'aliments simples : les glucides, les lipides, les protéines, l'eau, les vitamines et les minéraux. Les macronutriments sont les nutriments dont le corps a besoin en grandes quantités pour fonctionner et pour se développer et, sont représentés par les quatre premiers cités. Les micronutriments (vitamines et les minéraux) sont quant à eux, nécessaires en très petites quantités.

## GÉNÉRALITÉS

Les fruits sont d'importantes sources de glucides, de vitamines et minéraux. Certains fruits à maturité possèdent  $\frac{3}{4}$  de leur poids en glucides (Hladik *et al.*, 1996). Un glucide est une classe de composés organiques qui existent sous deux formes: les glucides simples et les glucides complexes. Les glucides simples comprennent le glucose, le fructose et le galactose qui peuvent à leur tour former du saccharose. Les principales sources de glucides sont les produits céréaliers, les fruits, certains légumes ainsi que les légumineuses. Les aliments végétaux pauvres en glucides sont les légumes verts, les oléagineux et les huiles végétales. Le principal rôle des glucides est de fournir de l'énergie aux cellules du corps humain (1g de glucides fournit 4 calories). Ils se transforment plus ou moins rapidement en glucose, qui est le carburant de certaines cellules du corps. C'est le cas des cellules du cerveau qui en a besoin d'environ 140 g par jour. En règle générale, un apport excessif en glucides (surtout en sucres raffinés) a démontré des effets néfastes notamment en augmentant le risque de caries dentaires, de certains types de cancer, de surpoids et d'obésité et de taux élevés de triglycérides sanguins. À long terme, l'excès de sucre peut causer l'hyperinsulinisme puis le diabète de type 2. Ils contiennent également plusieurs autres composés dont des acides organiques dont les teneurs baissent avec la maturation du fruit et influencent le goût (Hladik *et al.*, 1996). Les graines sont d'importantes sources de lipides. Les lipides fournissent de l'énergie qui est surtout utilisée quand nous faisons des activités qui demandent peu d'énergie. Les acides gras  $\alpha$ -linoléique font partie de la famille des acides gras dits oméga 3. Ils sont dits essentiels parce qu'ils ne peuvent pas être synthétisés dans notre organisme et doivent donc être fournis par l'alimentation.

Les feuilles de plantes sauvages sont d'excellentes sources de vitamines A et C, de protéines et de micronutriments comme le calcium et le fer, qui manquent normalement dans les régimes alimentaires des communautés vulnérables au plan nutritionnel (Kahane *et al.*, 2005 ; FAO, 2011). Les légumes feuilles constituent de bonnes sources de micronutriments tels que les minéraux et les vitamines dont l'organisme ne peut en assurer la synthèse. En effet, la transition nutritionnelle qui provoque un changement alimentaire des populations urbaines, s'accompagne souvent de carences vitaminiques liées au manque de fruits et légumes frais. Certains légumes feuilles tropicaux peuvent apporter 10 à 100 fois plus de micro-nutriments que la salade, le chou ou le poireau. Ils sont donc nécessaires pour rééquilibrer la ration des populations (Kahane *et al.*, 2005 ; Orech *et al.*, 2005). Les minéraux les plus importants retrouvés dans les légumes feuilles sont le calcium, le fer et le phosphore. On trouve également des protéines en quantité relativement importantes dans certains légumes-feuilles tels que ceux

## GÉNÉRALITÉS

d'*Amaranthus hybridus*, *Adansonia digitata*, *Ceiba patendra*, *Hibiscus sabdariffa* et *Vigna unguiculata* (Oulai *et al.*, 2014). Les feuilles de baobab (*Adansonia digitata* L.) par exemple renferment 12,5 % de protéines; les feuilles séchées d'*Amaranthus hybridus* L. et *Gynandropsis gynandra* L. contiennent respectivement 28,3 % et 16,6 % de protéines (Itoua *et al.*, 2015). Ces légumes sont bien nécessaires aux populations surtout aux personnes vulnérables que sont les femmes enceintes, les femmes allaitantes et les enfants (Adjatin, 2006). Les diverses composantes biochimiques à savoir les protéines bien équilibrés, les lipides riches en acides gras polyinsaturés, les glucides riches en fibres et les nombreuses vitamines favorisent les effets positifs des légumes feuilles sur l'organisme (Kwenin *et al.*, 2011). Les légumes feuilles non cuits contiennent d'importantes quantités de phytates, d'acides oxaliques, d'alcaloïdes, de saponines qui présentent des risques pour la santé des consommateurs (Orech *et al.*, 2005 ; Tchatchambe *et al.*, 2017). Les phytates (sels d'acide phytique) représentent une catégorie de composés naturels pouvant avoir une influence notable sur les propriétés fonctionnelles et nutritives des aliments d'origine végétale. L'acide phytique constitue le principal stock de phosphore dans les grains à maturité. Il possède une forte capacité de liaison et peut donc constituer des complexes avec des protéines et des cations multivalents, diminuant ainsi leur disponibilité biologique (Loukou, 2018a). Les polyphénols constituent un ensemble de molécules très largement répandues dans le règne végétal. On les trouve dans les plantes, depuis les racines jusqu'aux fruits. Ils ne sont impliqués directement dans aucun processus métabolique et sont donc considérés comme des métabolites secondaires (Sabiha, 2013). Les tanins sont des composés polyphénoliques qui se subdivisent en deux groupes : les tanins hydrolysables et les tanins condensés. Ce sont ces derniers que l'on trouve dans les graines de céréales et de légumineuses, principalement localisés dans les téguments (Kone, 2009). Ces tanins jouent un rôle en tant que produits chimiques de défense et protègent la plante contre les attaques de prédateurs herbivores, de champignons pathogènes et de mauvaises herbes parasites. Mais, si les tanins confèrent un avantage agronomique, il a été constaté qu'ils avaient des effets négatifs sur la qualité nutritionnelle des grains (Ralison *et al.*, 2016). En effet, les tanins se lient à la fois aux protéines exogènes et endogènes, y compris les enzymes du tube digestif, engendrant une diminution de l'utilisation des protéines (Papadopoulou & Frazier, 2004). La présence d'acide oxalique dans les légumes feuilles empêche l'absorption des ions calcium car il se forme une liaison entre eux dans le sang pour constituer des calculs rénaux. Toutefois, la cuisson de ces légumes permet l'élimination des substances indésirables de même que la réduction de la teneur des différentes substances nutritives (Tchatchambe *et al.*, 2017). La promotion et la consommation de légumes feuilles ne permet pas seulement de réduire

## GÉNÉRALITÉS

l'insécurité alimentaire mais, permet également de prévenir les maladies métaboliques associées au stress oxydatif (Méité *et al.*, 2018). En effet, il apparaît que les feuilles ont une activité antioxydante qui augmente avec leur teneur en polyphénols. Dès lors, ils pourraient représenter une source naturelle d'antioxydants pour contribuer au bien-être du corps (Dieng *et al.*, 2015 ; Méité *et al.*, 2018 ). Les antioxydants sont des substances qui agissent sur les fonctions physiologiques de l'Homme en diminuant de façon significative les effets néfastes des espèces réactives de l'oxygène, des espèces oxygénées azotées, ou des deux (Abdou, 2009 ; Guillouty, 2016). Ils ont des propriétés protectrices contre les maladies cardiovasculaires et certains cancers. Les plantes, sous forme de fruits, de légumes verts, de graines ou d'huiles issues de ces graines constituent une source majeure nutriments. Les réactions radicalaires sont omniprésentes chez les êtres vivants, et sont impliquées plus ou moins directement dans la reproduction, la modification des gènes et la défense contre les maladies (Kahouli, 2010). En effet, les radicaux augmentent de façon continue avec pour différentes sources une activité interne que déploient les cellules pour apporter de l'énergie lors des expositions au soleil, de la pollution et des radiations, de l'ingestion d'aliments traités, de la fumée de la cigarette, de l'alcool, des herbicides et des pesticides (Guillouty, 2016). Toutes ces expositions submergent les défenses naturelles. L'organisme a besoin des antioxydants exogènes venant des aliments ou des agents thérapeutiques reconnus pour leur effet bénéfique sur la santé. Ces besoins en antioxydants peuvent être pourvus par de nombreux composés phytochimiques présents dans les aliments. Plusieurs composés ayant une activité antioxydante sont présents dans les aliments. Ce sont les polyphénols, les caroténoïdes (bêta-carotène, zéaxanthine, lycopène, lutéine...), les flavonoïdes, les limonoïdes, les vitamines, les oligo-éléments. Ainsi, les polyphénols sont capables de piéger les radicaux libres générés en permanence par l'organisme ou formés par l'environnement (Barkat & Kadri, 2011). Les polyphénols sont de nombreuses molécules organiques hydrosolubles classés selon le nombre d'arrangement des atomes de carbone, la nature de leur squelette carboné et la longueur de la chaîne aliphatique liée au noyau benzénique. Les composés phénoliques sont capables de se conjuguer à des oses ou à des acides organiques (Chira *et al.*, 2008). De même, les flavonoïdes qui sont des composés très répandus et importants parmi tous les composés phénoliques, renferment 15 atomes de carbone formant une structure C6-C3-C6 (deux noyaux aromatiques reliés par un pont de 3 carbones). Ils sont considérés comme les principaux pigments des végétaux, responsables de la coloration des fleurs, fruits et parfois des feuilles, répartis en plusieurs classes dont les principales sont : les flavones, flavonols, flavan-3-ols, isoflavones, flavanones et anthocyanidines (Chira *et al.*, 2008). Les tanins, présents dans de nombreuses plantes

## GÉNÉRALITÉS

ligneuses et herbacées, sont des métabolites secondaires, localisés dans les tiges, feuilles, fruits ou graines et dans les vacuoles cytoplasmiques des cellules périphériques qui sont situées au niveau de l'épiderme (Lestienne, 2004). Chez les végétaux supérieurs, deux groupes de tanins sont distingués: les tanins hydrolysables et les tanins condensés. Ces deux groupes se différencient par leurs structures (Chira *et al.*, 2008). Les tanins hydrolysables sont des esters (oligo ou polyesters) de sucres (généralement le glucose) et d'acides phénoliques (acide gallique pour les tanins galliques ou acide hexahydroxydiphénique (HHDP) et ses dérivés d'oxydation. Quant aux tanins condensés, ce sont des polymères flavaniques, constitués d'unités de flavan-3-ols avec un poids moléculaire très élevé (Adrian *et al.*, 2003; Bruneton, 2009). Les tanins sont présents dans le thé, les raisins, le vin et les légumes secs. Les caroténoïdes (bêta-carotène, zéaxanthine, lycopène, lutéine...) sont présents dans les fruits et légumes orangés (agrumes, carotte, pêche, potimarron, mangue...) et dans les légumes à feuilles vertes. Les limonoïdes sont présents dans les agrumes. Plusieurs minéraux et vitamines ont des activités antioxydantes avérées et sont également présents dans les feuilles. On peut citer entre autres le Zinc, le sélénium, le cuivre, le manganèse, le magnésium (Mangione, 2000 ; Abdou, 2009). Les travaux de Kouamé *et al.* (2015), effectués dans la région de Gagnoa au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire, ont permis de déterminer la composition physicochimique de sept plantes spontanées. Ce sont les graines de *Ricinodendron heudelotii*, *Irvingia gabonensis*, *Sesamum indicum*, *Beilschmiedia mannii*, *Strombosia pustulata* les feuilles de *Myrianthus arboreus* et les fruits de *Treculia Africana*. Certaines graines sont oléagineuse tandis que d'autres sont protéagineuses. Quant aux feuilles et aux fruits, ils sont riches en protéines. Tous ces aliments sont pauvres en sucres.

**Tableau III :** Composition biochimique d'organes de sept espèces végétales en Côte d'Ivoire

|                           |                                 | Lipides<br>(%MS) | Protéines<br>(%MS) | Cendres<br>(%MS) | sucres<br>(%MS) |
|---------------------------|---------------------------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| Graines<br>oléagineuses   | <i>Irvingia gabonensis</i>      | 83,51            | 7,39               | 2,9              | 5,58            |
|                           | <i>Ricinodendron heudelotii</i> | 58,76            | 33                 | 7,5              | 0,8             |
|                           | <i>Sesamum indicum</i>          | 65,26            | 23,27              | 9,4              | 2,05            |
| Graines<br>Protéagineuses | <i>Beilschmiedia mannii</i>     | 13,09            | 42,85              | 36,68            | 7,44            |
|                           | <i>Strombosia pustulata</i>     | 19,90            | 53,03              | 15               | 8,7             |
| Feuilles                  | <i>Myrianthus arboreus</i>      | 5,8              | 57,02              | 36               | 1,04            |
| Fruits                    | <i>Treculia africana</i>        | 16               | 33,8               | 27               | 23,12           |

Source : Kouamé *et al.*, 2015

### 3- Intérêt nutritionnel des organes comestibles des plantes spontanées

Les organes comestibles des plantes spontanées renferment un certain nombre de minéraux importants dans la nutrition et le développement humains. Ces minéraux sont généralement composés du cuivre, du fer, du magnésium, du calcium, du potassium, du phosphore et du zinc.

Le calcium aide à maintenir une ossature normale, contribue également au bon fonctionnement de l'organisme et des enzymes digestives. Le cuivre contribue au bon fonctionnement du système immunitaire et aide à protéger les cellules du stress oxydatif. Il a un rôle essentiel au sein du corps humain et plus particulièrement du métabolisme cellulaire car il est le cofacteur de nombreuses enzymes. Il agit au niveau de la synthèse érythropoïétique en agissant sur la libération du fer ; c'est un stimulant neuropsychique car il favorise la synthèse des catécholamines au niveau du système nerveux. Il présente aussi une activité anti-inflammatoire en déviant le métabolisme des prostaglandines et des leucotriènes, entraînant à la place des métabolites dénués de toute activité anti-inflammatoire (Guillouty, 2016). Il se comporte également comme un antioxydant en stimulant la superoxyde dismutase, protégeant ainsi la cellule contre l'effet toxique des radicaux libres. Le fer intervient dans le métabolisme énergétique et contribue au bon fonctionnement du système immunitaire et des fonctions cognitives, il est indispensable dans la prévention de l'anémie qui touche plus d'un milliard de personnes dans le monde. Il joue également un rôle essentiel dans l'oxygénation du sang et des muscles. Une carence en fer est assez fréquente chez les femmes en âge de procréer à cause des pertes menstruelles (Trowbridge & Martorell, 2002 ; Mangione, 2000). Le magnésium entretient les fonctions musculaires et contribue à la bonne marche des fonctions nerveuses. Il prévient la cardiomyopathie, la dégénérescence musculaire, les retards de croissance, les malformations congénitales et les troubles de la coagulation (Chaturvedi *et al.*, 2004). Le phosphore aide à maintenir une ossature normale, contribue au bon fonctionnement des membranes cellulaires, à la croissance et l'entretien des os, des dents et des muscles (Turan *et al.*, 2003). Le zinc contribue au bon fonctionnement du système immunitaire et des fonctions cognitives. Il est principalement retrouvé dans les os, les muscles et les liquides riches en protéines du fait de ses liaisons, comme par exemple dans le plasma ou le liquide céphalorachidien (Lestienne, 2004). Les apports nutritionnels qui sont recommandés pour les différents minéraux sont : calcium (1000 mg/jour), phosphore (800 mg/jour), magnésium (400 mg/jour), fer (8 mg/jour) et zinc (6 mg/jour) (FAO, 2004). Pour couvrir la totalité de ces besoins, il est nécessaire de varier les légumes qui sont utilisés dans les préparations.

### III. PLANTES SPONTANÉES SÉLECTIONNÉES POUR ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

#### 1. *Justicia galeopsis* T. Anderson ex C.B. Clarke (Acanthaceae)

##### 1.1. Position systématique

|                                    |                   |
|------------------------------------|-------------------|
| Règne                              | : Plantae         |
| Sous-règne                         | : Tracheobionta   |
| Division                           | : Magnoliopsida   |
| Sous-classe                        | : Alismatidae     |
| Ordre                              | : Laminales       |
| Famille                            | : Acanthaceae     |
| Genre                              | : <i>Justicia</i> |
| Espèce : <i>Justicia galeopsis</i> |                   |

##### 1.2. Description botanique

*Justicia galeopsis* est une herbe ayant des tiges angulaires, glabres ou manifestement hérissé de poils rudes et épais. Cette plante possède des feuilles ovales-lancéolées, linéaires supérieures, sous-sessiles. Les sépales sont linéaires-subulés et très pubescents. La corolle est un tube étroit, légèrement en forme d'entonnoir vers le haut (Adjatin, 2006). Cette plante n'a pas fait l'objet de beaucoup d'études. Elle a pour noms vernaculaires "Assiopriwa" en Abron et "Assiacriba" en Krobou, deux ethnies de la Côte d'Ivoire (Figure 1 A).

##### 1.3. Propriétés et usages

Une enquête sur la consommation alimentaire menée auprès des populations d'Abengourou en Côte d'Ivoire a révélé que *Justicia galeopsis* est un légume feuille sauvage qui sert d'aliment et qui est couramment consommé par les populations de cette localité. Les principales raisons de sa consommation sont liées à sa saveur. Cette feuille est couramment associée aux arachides et au gombo (Loukou *et al.*, 2018a). Des enquêtes ethnobotaniques effectuées par Yao *et al.* (2014), ont également révélé l'utilisation alimentaire et médicinale de cette plante par certaines populations de la Côte d'Ivoire. Cependant, cette plante demeure peu connue à travers le pays. Des études effectuées par Loukou *et al.* (2018b) sur la composition nutritionnelle et la biodisponibilité des minéraux de ce légume feuille ont montré que *Justicia galeopsis* est une bonne source de nutriments qui sont biodisponibles pour contribuer à la sécurité alimentaire.

## GÉNÉRALITÉS

### 2. *Myrianthus arboreus* P. Beauv (Cecropiaceae)

#### 2.1. Position systématique

|             |                              |
|-------------|------------------------------|
| Règne       | : Plantae                    |
| Sous-règne  | : Tracheobionta              |
| Division    | : Magnoliophyta              |
| Sous-classe | : Hamamelidae                |
| Ordre       | : Urticales                  |
| Famille     | : Cecropiaceae               |
| Genre       | : <i>Myrianthus</i>          |
| Espèce      | : <i>Myrianthus arboreus</i> |

#### 2.2. Description botanique

*Myrianthus arboreus* (Figure 1 B) est présent dans la zone forestière d’Afrique tropicale depuis la Guinée et la Sierra-Léone jusqu’au Sud du Soudan et de l’Est de l’Ethiopie. Il est également rencontré en République Démocratique du Congo, en Tanzanie et en Angola (Kasangana, 2018). Cette plante se rencontre également en Côte d’Ivoire (N’dri *et al.*, 2008). Le nom vernaculaire dépend de la région du pays. Il est appelé “Rognon-ibou” ou “Wognon-ibou” en Abbey et “Agnran” en Krobou, deux ethnies de Côte d’Ivoire. On l’appelle également arbre à pain indigène. C’est un arbuste ou arbre dioïque atteignant 14 à 20 m de haut, à fût court, atteignant 1 m de diamètre et ayant souvent des racines échasses (PROTA, 2004). L’inflorescence mâle est plusieurs fois ramifiée, atteignant 30 cm de diamètre tandis que l’inflorescence femelle est constituée d’un capitule globuleux atteignant 3,5 cm de diamètre et à pédoncule atteignant 6 cm de long. Les fleurs sont sessiles et petites. Les fleurs mâles ont 3 à 4 pétales et étamines. Les fleurs femelles ont un ovaire supère et un stigmate en forme de langue. Le fruit issu de la fleur est drupacé, à périanthe charnu et de couleur variant du jaune à l’orange-rouge, contenant une graine pouvant atteindre 12 mm de long (PROTA, 2004).

#### 2.3. Propriétés et usages

*Myrianthus arboreus* est un arbre ou un arbuste de forêt secondaire des régions tropicales d’Afrique dont les différents tissus contiennent plusieurs molécules bioactives à effets thérapeutiques intéressants. Les données ethnopharmacologiques africaines le classent parmi les plantes médicinales les plus utilisées (Dibong, 2015). Les jeunes feuilles sont consommées dans des soupes de légumes (N’dri *et al.*, 2008 ; Zoro *et al.*, 2013 ; Kouamé *et*

## GÉNÉRALITÉS

*al.*, 2015). Le fruit est consommé pour sa pulpe sucrée ou acidulée (Eyog *et al.* 2006). Selon N'dri *et al.* (2008), les feuilles de *Myrianthus arboreus* contiennent des teneurs très élevées en protéines (57,02 %) et en cendres (36 %), mais très pauvres en sucre (1,04 %) avec peu de lipides (5,8 %). En Afrique de l'Ouest et principalement en Côte d'Ivoire, les jeunes feuilles sont consommées dans des soupes de légumes (N'dri *et al.*, 2008; Zoro *et al.*, 2013; Zoro *et al.*, 2014). Dans l'Est du Nigeria, un pansement fabriqué à partir de pétioles pilés est appliqué sur les furoncles. La feuille écrasée est utilisée de la même manière au Gabon. Au Congo, les feuilles hachées sont consommées crues avec du sel pour traiter les troubles cardiaques, les complications liées à la grossesse, la dysménorrhée et les hernies naissantes. Il est également un anti diarrhéique (Kasangana, 2018) et l'on boit la décoction de son écorce pour traiter le paludisme, la fièvre et la toux en République Démocratique du Congo. En Tanzanie, l'infusion de feuilles est absorbée par les femmes pour faciliter l'accouchement et améliorer la lactation (N'guessan *et al.*, 2010). Le jus des jeunes feuilles ou des bourgeons terminaux est utilisé contre les maux de dents, contre la bronchite, contre la laryngite et contre le diabète (N'guessan *et al.*, 2010). Dans la région des Igalas au Nigeria, les feuilles sont un des ingrédients d'un fébrifuge. *Myrianthus arboreus* est un analgésique utile pour soigner les douleurs musculaires, les fractures et les hémorroïdes (Dibong, 2015; Kasangana, 2018).



A



B

**Figure 1 :** A : Plante de *Justicia tenella* (Acanthaceae), source : Adjatin, 2006.

**B:** Jeunes feuilles de *Myrianthus arboreus* P.Beauv. (Euphorbiaceae), source : Kouamé *et al.*, 2008.

## GÉNÉRALITÉS

### 3. *Solanum americanum* L. (Solanaceae)

#### 3.1. Position systématique

|             |                             |
|-------------|-----------------------------|
| Règne       | : Plantae                   |
| Sous-règne  | : Tracheobionta             |
| Division    | : Magnoliophyta             |
| Sous-classe | : Hamamelidae               |
| Ordre       | : Solanales                 |
| Famille     | : Solanaceae                |
| Genre       | : <i>Solanum</i>            |
| Espèce      | : <i>Solanum americanum</i> |

#### 3.2. Description botanique

*Solanum americanum* est appelée morelle noire. Elle a aussi beaucoup de noms vernaculaires : Amourette, Tomate du diable. Elle est appelée “Foué” en Baoulé ou “Nkrovi” en Krobou ou “Débé” en Wobé qui sont des ethnies de la Côte d’Ivoire. *Solanum americanum* est une plante annuelle hermaphrodite, dioïque et entomogame aux formes très variables, mais généralement assez basse (moins de 60 cm). Ses tiges sont le plus souvent glabres, vertes à noirâtres, à rameaux dressés ou étalés. L’inflorescence est une cyme unipare scorpioïde de cinq à dix fleurs et ayant des corolles blanches. Les sépales sont souvent réfléchis et les étamines jaunes. Le fruit est une baie globuleuse, noire à maturité, contenant de nombreuses graines (Kadiri, 2015). Elle pousse dans les cultures maraichères, les cultures sarclées, les jardins et dans les champs (Figure 2 A).

#### 3.3. Propriétés et usages

Les feuilles et les baies mûres de la plante ont un usage alimentaire dans plus d’une douzaine de pays. Les feuilles sont cultivées à grande échelle en Afrique subsaharienne dans les petites exploitations et les jardins potagers en périphérie des villes. Au Nigeria et au Cameroun, les feuilles sont parfois préférées à d’autres légumes. Les inflorescences et les baies sont enlevées ; elles sont cuites ou bouillies. Ces fleurs ont un goût très amer (Kadiri, 2015 ; Matasyoh *et al.*, 2015; Kahane, 2005), mais elles sont utilisées dans le Sud-Ouest du Nigeria comme condiment pour relever la soupe. Au Kenya, les feuilles de *Solanum americanum* L sont cuites dans du lait et utilisées comme substitut à la viande. En Ethiopie, les fruits et les feuilles sont consommés en période de famine. Les baies sont rassemblées et aimées par les enfants dans des temps normaux tandis que pendant des périodes de pénurie alimentaire tous

## GÉNÉRALITÉS

les gens affectés mangeraient des baies. A Madagascar, les feuilles et les pétioles sont consommées comme légumes (Randrianatoandro, 2010). *Solanum americanum* est aussi utilisé comme médicaments dans plusieurs pays du monde. Les infusions sont utilisées contre la dysenterie, les maux d'estomac et la fièvre. Le jus est utilisé pour lutter contre les ulcères et d'autres maladies de peau. Les fruits sont utilisés comme fortifiant, laxatif, stimulant d'appétit et pour traiter l'asthme et la soif excessive. Traditionnellement, la morelle noire a été utilisée pour traiter la tuberculose dans plusieurs pays.

En Côte d'Ivoire, les feuilles de *S. americanum* sont consommées dans des préparations accompagnant les aliments solides tels que le riz et le foutou. Des études sur sa composition nutritionnelle révèlent que les teneurs en nutriment de ces légumes feuilles sont une bonne source de fibres. Leur teneur en vitamine C varient de 15,55 à 42,22 mg/100 de matière fraîche (MF). Quant à la bêta-carotène, elle varie de 103,18 à 3943,03 mg/100g de MF. Les facteurs antinutritionnels (acide oxalique) évalués, révèlent des teneurs comprises entre 6,48 et 17,37 mg/100g de matière sèche (MS) (Soro, 2012). *Solanum americanum* possède donc une haute valeur nutritive et peut contribuer à l'amélioration de l'alimentation de la population et à la sécurité alimentaire (Soro, 2012).

### 4. *Sesamum radiatum* Schum. & Thonn (Pedaliaceae)

#### 4.1. Position systématique

|             |                         |
|-------------|-------------------------|
| Règne       | : Plantae               |
| Sous-règne  | : Angiosperme           |
| Division    | : Magnoliophyta         |
| Classe      | : Magnoliopsida         |
| Sous-classe | : Hamamelidae           |
| Ordre       | : Lamiales              |
| Famille     | : Pedaliaceae           |
| Genre       | : <i>Sesamum</i>        |
| Espèce      | <i>Sesamum radiatum</i> |

#### 4.2. Description botanique

*Sesamum radiatum* est une espèce annuelle d'origine africaine. Elle est érigée et pubescente, et peut atteindre 80 à 100 cm de hauteur. Cette plante porte le nom vernaculaire Abbey d'Ahirôh. Les feuilles sont en forme de lance à ovales et atteignent 12 cm de long. Elles peuvent être lisses ou dentelées. Les fleurs apparaissent isolément à l'aisselle des feuilles. Elles

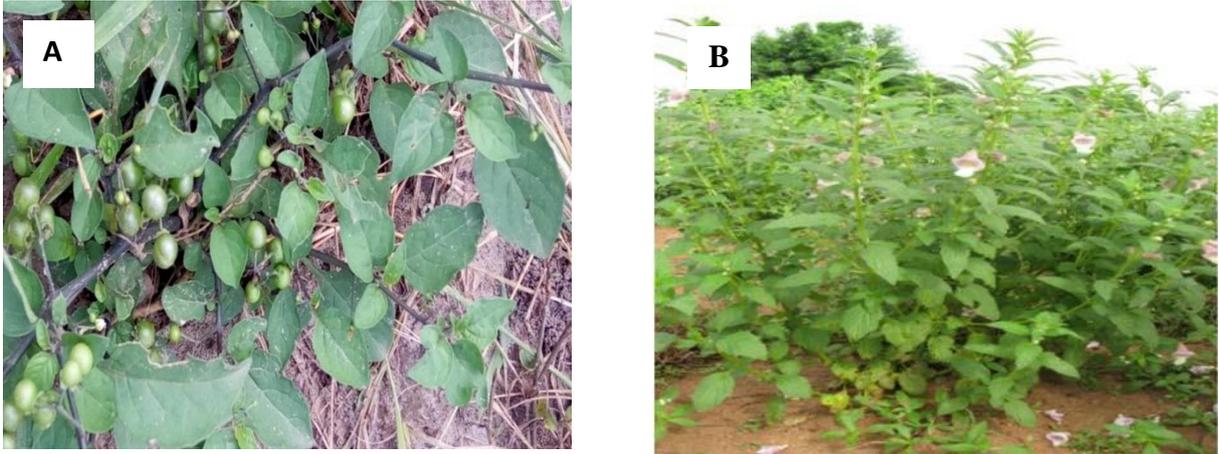
## GÉNÉRALITÉS

sont roses à violettes, parfois blanches et légèrement en forme de cloche. Elles mesurent jusqu'à 5 cm de long. Le fruit est une capsule de 3,5 cm de long contenant des graines d'environ 3 mm de long (Ahohuendo, 2012). Cette plante pousse à l'état sauvage (Figure 2 B).

### 4.3. Propriétés et usages

Les légumes feuilles traditionnels tels que ceux de *Sesamum radiatum* sont des plantes spontanées ou cultivées dont les feuilles sont consommées localement à l'état sauvage par les populations humaines d'Afrique. La plupart sont très riches en substances nutritives. Les jeunes pousses sont coupées finement et employées dans des soupes ou des sauces consommées avec de la bouillie. Les feuilles cuites ont une texture gluante (Jimam *et al.*, 2015). Les feuilles fraîches de *Sesamum radiatum* constituent un légume-apprécié et sont largement consommées comme compléments. Les feuilles de *Sesamum radiatum* présentent un taux élevé de protéines (18,33 g/100 g), de fer (30,778 ±17,16 ppm) et de magnésium (153,684 ± 127,38 ppm). Elles ont également un taux modéré d'antinutriments (Ahohuendo, 2012). *Sesamum radiatum* a plusieurs usages médicaux et cosmétiques. Une infusion froide de ses feuilles se boit pour faciliter l'accouchement. Elle est également employée comme shampoing et pour tuer les poux de tête (Konan, 2012 ; Agbankpe, 2016 ; Yao, 2016). Le filtrat de feuilles écrasées se boit pour lutter contre la métrorragie, et une macération de feuilles est utilisée en bains dans le même but. Une macération de tiges feuillées fraîches est absorbée comme antidote des piqûres de scorpion. Appliquée en externe, elle soigne les foulures. Les graines contiennent de l'huile riche en acide oléique et acide linoléique. Elles contiennent également une lignane phénylpropanoïde, la sésamine qui a montré une activité antioxydante, anti-inflammatoire, antihypertensive et cytotoxique. *Sesamum radiatum* est également utilisé pour le traitement de l'infertilité masculine (Ogunlesi, 2010). Selon Shittu (2008), il possède aussi des propriétés antibactériennes et antifongiques contre certains microorganismes pathogènes et pour réguler la glycémie (Figure 2 B).

## GÉNÉRALITÉS



**Figure 2: A :** Plante de *Solanum americanum* L. (Solanaceae), *source* : Bédiakon, 2018.

**B:** Plante de *Sesamum radiatum* Schum. Thonn (Pedaliaceae), *source* : Ahohuendo, 2012.

### IV. TRAITEMENTS POST-RECOLTE DES ORGANES COMESTIBLES DES PLANTES SPONTANÉES

#### 1. Cuisson

La cuisson consiste à préparer ou à transformer les aliments sous l'effet de la chaleur à différents degrés de température en utilisant plusieurs techniques. La majorité des légumes feuilles sont des aliments que l'on ne peut consommer sans transformation préalable. La cuisson à la chaleur est l'un des traitements que subissent les feuilles avant leur consommation. Plusieurs techniques de cuisson existent et permettent d'atteindre le même objectif. Ce sont les cuissons à l'eau, à la vapeur, au four et la friture. La cuisson a pour but de rendre l'aliment plus acceptable en éliminant quelques composés agissant sur son goût, sa toxicité ainsi que quelques autres caractéristiques de l'aliment (Orech *et al.*, 2005; Randriantoandro, 2010 ; Soudy, 2011 ; Mebirouk-Boudechiche *et al.*, 2015). Elle favorise la modification de la texture, la destruction des microorganismes et des enzymes responsables des dégradations. La cuisson modifie la couleur, la saveur et la texture de même que la valeur nutritive des aliments (Tarwadi & Agte, 2003). En outre, ce traitement peut provoquer l'apparition de nouveaux composés qui peuvent être utiles ou impropres à la consommation. Elle permet d'augmenter significativement la durée de conservation des aliments (Tchatchambe *et al.*, 2017).

#### 2. Séchage

Le séchage consiste à enlever par évaporation, l'excès d'humidité d'un produit ou d'un aliment. Les aliments ainsi obtenus sont stables car, l'eau est indispensable au développement des microorganismes qui déstabilisent ces denrées (CTA, 2008). En effet, s'il est reconnu le caractère saisonnier des légumes feuilles surtout ceux des plantes sauvages et surtout leur caractère périssable, il est nécessaire de pouvoir conserver ces denrées sur une longue période tout en évitant leur détérioration. Ce traitement peut se faire dans tous les milieux (urbains, ruraux) car, c'est une opération de transfert de chaleur avec pour but d'éliminer partiellement ou totalement les composés volatiles d'un corps humide par évaporation. Les procédés de séchage peuvent être classés en trois catégories principales : le séchage à air, le séchage à vide et la lyophilisation (Touati, 2008). Dans le cas du séchage à air ou par contact à la pression atmosphérique, la chaleur est apportée à l'aliment soit par de l'air. Le séchage par le soleil est la méthode la plus largement répandue pour le séchage des produits agricoles dans les pays en développement (Hassan *et al.*, 2007). Cette méthode est employée pour éliminer l'eau des légumes et fruits par la combinaison de température chaude et de courant d'air. Dans tous les cas, la vapeur d'eau formée se mélange à l'air ce qui permet de l'enlever. D'une manière générale,

## GÉNÉRALITÉS

la baisse de l'activité de l'eau dans les aliments ralentit fortement l'action des microorganismes ainsi que celle des réactions enzymatiques. Cette action ralentit l'action des enzymes mais ne les inactive pas (Harison & Andress, 2000). Ces feuilles séchées peuvent être alors réhydratées en cuisant dans l'eau lors de la préparation des plats. Un séchage à l'air libre, au soleil ou à l'ombre, est le procédé couramment utilisé en Afrique pour sécher les feuilles). Le séchage des feuilles peut être suivi d'une mouture. Des études ont rapporté la perte de nutriment au cours du séchage (Albitar, 2010). Ces pertes dépendent surtout de la température de séchage. La meilleure température pour le séchage des légumes permettant une préservation des caroténoïdes et de la vitamine C est 45 °C. Une température supérieure entraîne des pertes élevées (Ejoh *et al.*, 2007).

### 3. Fermentation

Certaines plantes spontanées requièrent des méthodes de transformation plus complexes, et les populations locales connaissent une longue histoire dans la préparation des produits dérivés. Les palmiers à huile (*Elaeis guineensis*) et les palmiers à raphia (*Raphia* spp.) sont abattus et leurs jus sont cueillis pendant quelques jours, puis fermentés pendant 2 à 4 jours en y ajoutant du sucre pour obtenir le vin de palme, auquel on ajoute souvent l'écorce amère du *Garcinia lucida*, un autre arbre forestier, pour l'aromatiser. Ce liquide est alors distillé pour obtenir une boisson fortement alcoolisée appelée (Tinde, 2006).

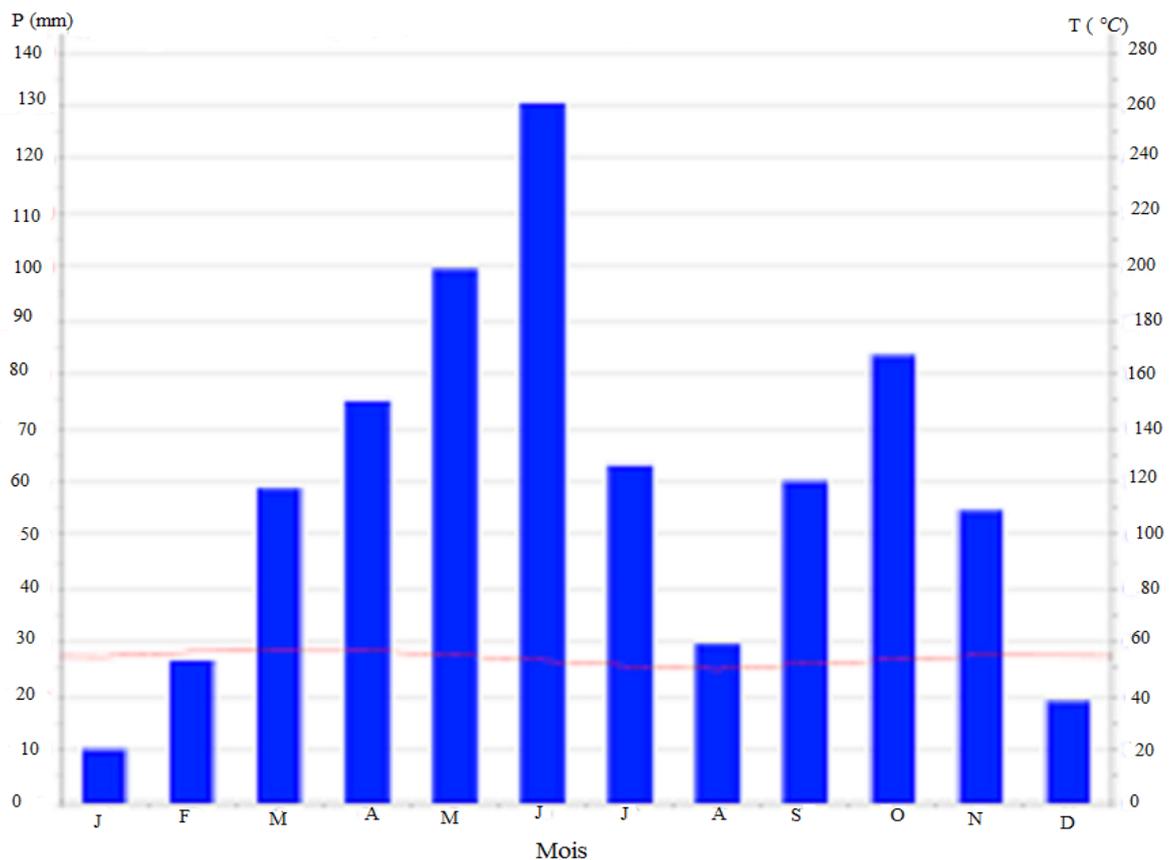
## V- ZONE D'ÉTUDE

Située dans le Sud forestier de la Côte d'Ivoire, la Région de l'Agneby-Tiassa s'étend sur une superficie de 9 080 km<sup>2</sup> et compte 292 109 habitants (INS, 2014). Elle est limitée au Nord par les Régions du Moronou et du Bélier, au Sud par la Région des Grands Ponts, à l'Est par la Région de la Mé et à l'Ouest par les Régions des Grands Ponts, du Gôh et du Lôh-Djiboua (Kouamé, 2007). Cette région est composée de quatre (04) départements que sont Tiassalé, Sikensi, Taabo et Agboville (chef-lieu de région) (Piba, 2015). Le département d'Agboville se situe entre 5° 55'41' latitude Nord et 4°13'01' longitude Ouest. Il compte onze (11) Sous-Préfectures que sont Agboville, Azaguié, Céchi, Grand Morié, Guessiguié, Loviguié, Oress-Krobou, Rubino, Aboudé Mandéké, Ananguié et Attobrou. Le Relief est généralement plat avec quelques élévations par endroit. Le climat de type subéquatorial, comprend quatre (04) saisons: deux (02) saisons des pluies et deux (02) saisons sèches. Une grande saison des pluies d'Avril à Juillet, pendant laquelle tombent les 2/3 des précipitations annuelles, une petite saison sèche d'Août à Septembre, une petite saison des pluies d'Octobre

## GÉNÉRALITÉS

à Novembre et une grande saison sèche de Décembre à Mars (Figure 3). Le réseau hydrographique présente plusieurs cours d'eau au débit intermittent comme l'Agnéby (SODEXAM, 2010 ; Aké, 2015).

Les Abbey et Krobou constituent les ethnies autochtones du département. Les grands centres d'approvisionnement en plantes alimentaires sont les Sous-Préfectures environnantes et leurs villages. Le Département d'Agboville est essentiellement agricole avec une prédominance du binôme café-cacao. Au cours de ces dernières années, la culture de l'hévéa et du palmier à huile connaît un développement rapide et représente un apport non négligeable dans le revenu des populations. La culture de la banane douce y est également pratiquée. L'Agneby-Tiassa est une grande région productrice de produits vivriers. Selon Aké (2015), cette importante activité agricole a d'énormes conséquences sur le couvert végétal et surtout sur la survie des espèces spontanées alimentaires. Cette région à proximité d'Abidjan comprend de nombreuses forêts (29 forêts) d'une superficie totale de 230 618 ha (SODEFOR, 2019).



**Figure 3** : Diagramme ombrothermique de la Région de l'Agneby de 1996 à 2013.

Source : SODEXAM, 2014.

**DEUXIEME PARTIE :**  
**MATERIEL ET METHODES**

## I. MATERIEL

### 1. ETUDE ETHNOBOTANIQUE

Les études ethnobotaniques réalisées dans le Département d'Agboville ont nécessité une fiche d'enquête ethnobotanique (Annexe 2), des produits forestiers provenant des organes ou parties de plantes et des échantillons de plantes (feuilles, tiges, écorces, fruits, etc).

### 2. ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES

#### 2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est constitué de quatre (4) feuilles sélectionnées à l'issue de l'enquête ethnobotanique (Figure 4). Il s'agit des feuilles de *Justicia galeopsis* T.Anderson ex C.B.Clarke (*Assiacriba* en Krobou ou *Assiopriwa* en Abron), *Sesamum radiatum* Schum. & Thonn (*Ahirôh* en abbey), *Solanum americanum* L. (*Foué* en baoulé ou *Débé* en Wobé) et *Myrianthus arboreus* P. Beauv. (*Wognon-ibou* en abbey ou *Agnran* en Krobou). Elles ont été collectées dans le Département d'Agboville, plus précisément dans les localités de Aboudé Kouassikro (*J. galeopsis*), d'Azaguié (*S. radiatum*) et d'Attobrou (*S. americanum* et *M. arboreus*). Ces feuilles ont été prélevées en brousse dans les localités citées puis acheminées au Centre National Floristique de l'Université FELIX HOUPHOUËT-BOIGNY (Abidjan, Côte d'Ivoire), où elles ont été authentifiées.

Pour les analyses physicochimiques et nutritionnelles, cinq (5) kilogrammes de chaque espèce ont été prélevées tôt le matin en brousse, disposées dans une glacière puis acheminées au Laboratoire du Lycée Technique de Yopougon. Toutes les feuilles n'ont pas été prélevées le même jour.

#### 2.2. Matériel technique

Les réactifs et produits chimiques utilisés dans ce travail sont de grade analytique. L'acide métaphosphorique, la vanilline, le folin-ciocalteu, le carbonate de calcium, l'acétate de potassium, l'hydroxyde de sodium, l'acide gallique, l'acide tannique, la quercétine et la  $\beta$ -carotène proviennent de chez Sigma. Le 2,6 dichlorophénol-indophénol, le chlorure d'aluminium, le 2,2 diphénylpicrylhydrazyl, le rouge de méthyl et le vert de bromocrésol sont de chez Merck. Les solvants, constitués du méthanol, l'éthanol, l'acétone, l'hexane et de l'éther de pétrole, ainsi que l'acide sulfurique et de l'acide chlorhydrique, proviennent de chez Sharlau. Le matériel technique utilisé pour la collecte des données est constitué entre autres des fiches d'enquêtes ethnobotaniques et de perception des fonctionnalités recherchées

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

(goût, santé, arôme) par des consommateurs de plantes, d'un appareil photo numérique (Canon IXUS 275 HS Noir Compact-21,1 mégapixels) et d'un sécateur (Fiskars Powergear).



**Figure 4 :** Feuilles fraîches des plantes étudiées : A- *Justicia galeopsis*, B- *Myrianthus arboreus*, C- *Sesamum radiatum*, D- *Solanum americanum*

Source : Bédiakon (2018)

## II.METHODES

### 1. ETUDE ETHNOBOTANIQUE

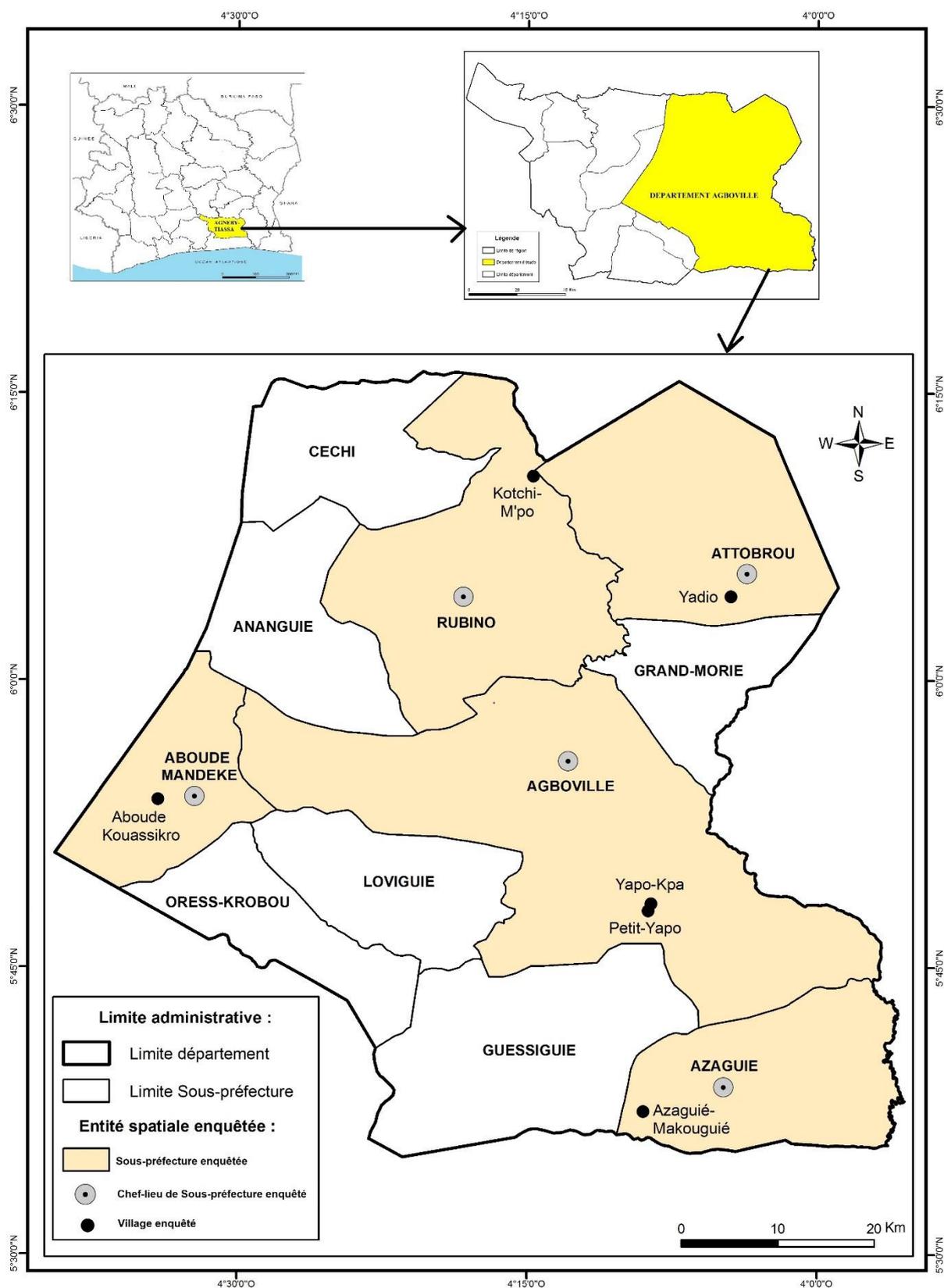
#### 1.1. Choix des localités

Le Département d'Agboville a été choisi parce que la population actuelle est variée avec des peuples d'origines diverses, les cultures s'y embrassent, les marchés sont diversifiés et regorgent des produits agricoles et une grande diversité de plantes. Cette région héberge 29 forêts classées pourvoyeuses de biodiversité (SODEFOR, 2019). Ces nombreuses forêts regorgent de nombreuses plantes spontanées dont le commerce est florissant dans cette région. C'est donc une zone propice pour effectuer une étude sur les plantes spontanées qui sont des plantes qui poussent et croissent naturellement sans intervention intentionnelle de l'homme (Guehiliz, 2016). Les Sous-Préfectures ont été choisies selon les critères suivants :

- la position géographique ;
- la taille de la population.

En effet, selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) effectué en 2014, Agboville et Rubino concentrent les plus fortes populations du département (INS, 2014). En plus, les Sous-Préfectures sont à proximité de forêts classées et constituent de grandes zones productrices de ressources agricoles et alimentaires. C'est le cas d'Azaguié, d'Attobrou et d'Aboudé Mandéké. Dans ces Sous-Préfectures, les villages ont été choisis pour leur facilité d'accès, critère qui permettra de mener à bien les différentes investigations. Au total, 11 localités ont été choisies : Agboville, Yapokpa, Petit Yapo, Azaguié, Azaguié Mankouguié, Attobrou, Yadio, Rubino, Kotchimpo, Aboudé Kouassikro et Aboudé Mandéké (Figure 5).

## MATÉRIEL ET MÉTHODES



**Figure 5:** Localisation de zone de collecte des données

Source : Carte modifiée à partir de celle du Ministère de l'intérieur 2014 (Bédiakon, 2018)

## 1.2. Collecte des données

L'unité d'échantillonnage est le ménage. La taille de l'échantillon a été calculée selon la méthode décrite par Vessereau (1992).

$$n = t^2 \times p(1-p)/e^2 \quad (1)$$

Avec  $n$  = taille d'échantillon requise,  $t = 1,96$  à un niveau de confiance de 95%,  $e$  = marge d'erreur à 0,049 %. Dans ce travail, il a été considéré une valeur de  $p = 50\%$  afin d'obtenir un échantillon maximal. Ainsi un échantillon de 400 ménages à enquêter a été obtenu et reparti proportionnellement à la taille de chacune des localités choisies (185 à Agboville, 45 à Aboudé Mandéké, 46 à Attobrou, 49 à Azaguié et 75 à Rubino).

Le choix des enquêtés s'est effectué de façon aléatoire, sans discrimination entre hommes et femmes, jeunes et vieux et avec un avis favorable de répondre à nos questions. Cette enquête a porté sur un échantillon de 400 personnes. Les quartiers ont été choisis de façon aléatoire dans chacune des villes et dans les villages visités.

Ces enquêtes se sont déroulées du mois de Septembre 2016 à Mai 2017. Elles ont été précédées par une visite de cadrage. Les informations recueillies ont servi à constituer une banque de données sur l'usage alimentaire et accessoirement sur d'autres usages, des organes de plantes spontanées. Au cours des interviews, l'équipe s'est fait assister d'interprètes et de guides pris sur place (Ambé, 2001). Les entretiens se sont déroulés en langues locales et en français. La présence d'interprètes a facilité la communication. L'une des approches a consisté à passer au domicile des enquêtés afin de leur adresser un questionnaire tandis que la deuxième approche a consisté à faire le «show-and-tel». Cette technique a consisté à présenter des échantillons frais, séchés ou une photographie de plantes aux répondants au moment de l'entretien. Ainsi, les échanges se sont déroulés avec un ou plusieurs membres (hommes, femmes et jeunes) du ménage. Les informations collectées ont concerné le statut sociodémographique de l'enquêté, le nom vernaculaire de toutes les plantes spontanées utilisées dans le milieu, l'organe consommé, le lieu d'approvisionnement, les transformations après récolte, l'état de consommation, le mode de récolte, le mode d'utilisation culinaire, le goût, l'abondance et les périodes de disponibilité, la domestication, la préférence et l'existence ou non d'autres modes d'utilisation. Les noms des plantes ont été suivis d'une description. Des échantillons de plantes ont été récoltés et identifiés avec l'aide des informateurs sur place. Ceux qui n'ont pas pu être identifiés ont été mis en herbier en vue d'une identification ultérieure.

### 1.3- Identification des plantes recensées

Dans cette étude, la classification phylogénétique, selon les travaux de l'Angiosperm Phylogeny Group, dans sa version dite APG III (2009) pour nommer les plantes recensées, a été adoptée. Les termes utilisés pour désigner les types biologiques ont été empruntés à Aké-Assi (1984, 2001 et 2002). A partir des informations recueillies, la liste des espèces spontanées dont certains organes entrent dans les préparations culinaires, a été dressée.

### 1.4- Détermination du niveau de connaissance et de consommation des plantes spontanées comestibles

Pour déterminer le niveau de connaissance et de consommation des espèces végétales, les critères de connaissance et ceux de consommation effective des plantes alimentaires ont été combinés, selon Ambé (2001). Ainsi, les plantes alimentaires ont été classées en espèces connues, moyennement connues et peu connues. Selon la méthode de Kouamé *et al.* (2008), le niveau de connaissance relative des populations (Prc) pour chaque espèce a été estimé par le rapport entre le nombre (n) de personnes connaissant l'espèce et le nombre total (N) de personnes interrogées à travers la formule suivante :

$$\text{Prc} = (n / N) \times 100 \quad (2)$$

A l'issue de l'enquête ethnobotanique, une liste des plantes alimentaires spontanées du département d'Agboville a été dressée.

A partir de la fréquence de citation, le niveau de consommation (Nc) a été défini. Ainsi, le niveau de consommation (Nc) est donné par le rapport entre le nombre de ménages consommant un ou des organes d'une espèce (X) donnée et le nombre total de ménages consommant l'ensemble des espèces considérées (Y) selon Aké (2015).

$$\text{Nc} = (X / Y) \quad (3)$$

Où

X est le nombre de ménages consommant une espèce donnée

Y est le nombre total de ménages consommant l'ensemble des espèces considérées dans la localité.

Le niveau de consommation permet de voir si plusieurs ménages consomment une espèce donnée. A partir des informations recueillies auprès des enquêtés, le niveau de consommation pour les espèces inventoriées est qualifié de la façon suivante :

0,00<Nc≤0,20 : niveau de consommation faible

0,20<Nc≤0,40 : niveau de consommation moyen

0,40<Nc≤0,60 : niveau de consommation bon

0,60<Nc≤0,80 : niveau de consommation très bon

0,80<Nc≤1,00 : niveau de consommation excellent.

Les espèces ont ainsi été regroupées grâce au logiciel IBM SPSS Statistics 20.0.

## 2. ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES

### 2.1. Sélection des espèces végétales étudiées

Pour les analyses physicochimiques et nutritionnelles, quatre plantes ont été sélectionnées en vue de leur caractérisation (Tableau IV). Le choix s'est effectué à partir des résultats de l'enquête qui a permis de regrouper ces plantes en trois catégories : Une plante fortement connue et consommée (*Wognon-ibou*), une plante moyennement connue et consommée (*Foué*) et enfin deux plantes faiblement connues et consommées (*Ahirôh* et *Assiacriba*). Pour ces plantes, l'on ne disposait pas de données sur leurs potentialités nutritives (*Ahirôh* et *Assiacriba*) ou étaient fortement citées dans les préparations culinaires (*Wognon-ibou*) tandis *Foué* était disponible et facile à se procurer. Ces plantes faisaient l'objet d'un important commerce sur une longue période de l'année. Enfin, ces quatre plantes auraient des vertues thérapeutiques.

**Tableau IV** : Plantes sélectionnées pour les analyses biochimiques et nutritionnelles

| Espèces végétales                                    | Noms vernaculaires                                     | Familles     | Zones de récolte |
|--|--|--------------|------------------|
| <i>Myrianthus arboreus</i><br>P. Beauv.              | <i>Wognonibou</i> (abbey),<br><i>Agnran</i> (krobou)   | Cecropiaceae | Attobrou         |
| <i>Solanum americanum</i> L.                         | <i>Foué</i> (baoulé), <i>Débé</i> (Wobé)               | Solanaceae   | Azaguié          |
| <i>Sesamum radiatum</i> Schum.<br>& Thonn            | <i>Ahirôh</i> (abbey)                                  | Pedaliaceae  | Azaguié          |
| <i>Justicia galeopsis</i><br>T.Andersonex C.B.Clarke | <i>Assioprwa</i> (Abron)<br><i>Assiacriba</i> (Krobou) | Acanthaceae  | Aboudékouassikro |

## **2.2. Traitements des feuilles**

### **2.2.1. Traitements des feuilles fraîches**

Le traitement des feuilles a été réalisé selon la méthode décrite par Chinma et Igyor (2007). Après leur prélèvement dans les différents champs, les différentes feuilles ont été acheminées au Laboratoire de Biochimie du Lycée Technique de Yopougon (Abidjan), où elles ont été triées, débarrassées des débris, détachées de leurs tiges et abondamment rincées à l'eau distillée. Elles ont ensuite été égouttées à la température du laboratoire (20 °C) et subdivisées aléatoirement en 3 lots de 500 g chacun.

Le premier lot a été scindé en 2 sous-lots de 250 g dont, l'un a été utilisé en l'état pour les analyses nécessitant la matière fraîche tandis que le second sous-lot, séché à l'étuve à 60 °C pendant 72 h, a été destiné aux analyses nécessitant la matière sèche. Les feuilles séchées ont été broyées à l'aide d'un micro-broyeur équipé d'un tamis de maille 10 µm (les feuilles broyées ont représenté le témoin de l'étude). La farine obtenue a servi aux différentes analyses.

Les deux lots restant ont été utilisés pour deux traitements technologiques, à raison d'un lot par traitement (Figure 6). Il s'agit de la cuisson à l'eau et du séchage.

### **2.2.2. Cuisson à l'eau des feuilles**

La cuisson à l'eau des feuilles s'est faite selon la méthode de Randrianatoandro (2010). Cinq cents (500) grammes de feuilles fraîches ont été immergées dans 1,5 L d'eau déminéralisée préalablement portée à ébullition (100 °C). Les feuilles ont été cuites pendant 10; 15 et 20 min. Après cuisson, les feuilles ont été égouttées et refroidies à la température ambiante. Les feuilles cuites ont été scindées en 2 sous-lots de 250 g destinées aux analyses. Un sous-lot a servi à effectuer les analyses nécessitant la matière fraîche et le 2<sup>ème</sup> sous-lot a été séché à l'étuve de marque MEMMERT (Allemagne) à 60°C pendant 72 h. Les feuilles cuites et séchées ont ensuite été broyées à l'aide d'un micro-broyeur de marque CULATTI (France) équipé d'un tamis de maille 10 µm. Les farines obtenues ont servi aux différentes analyses (Figure 6).

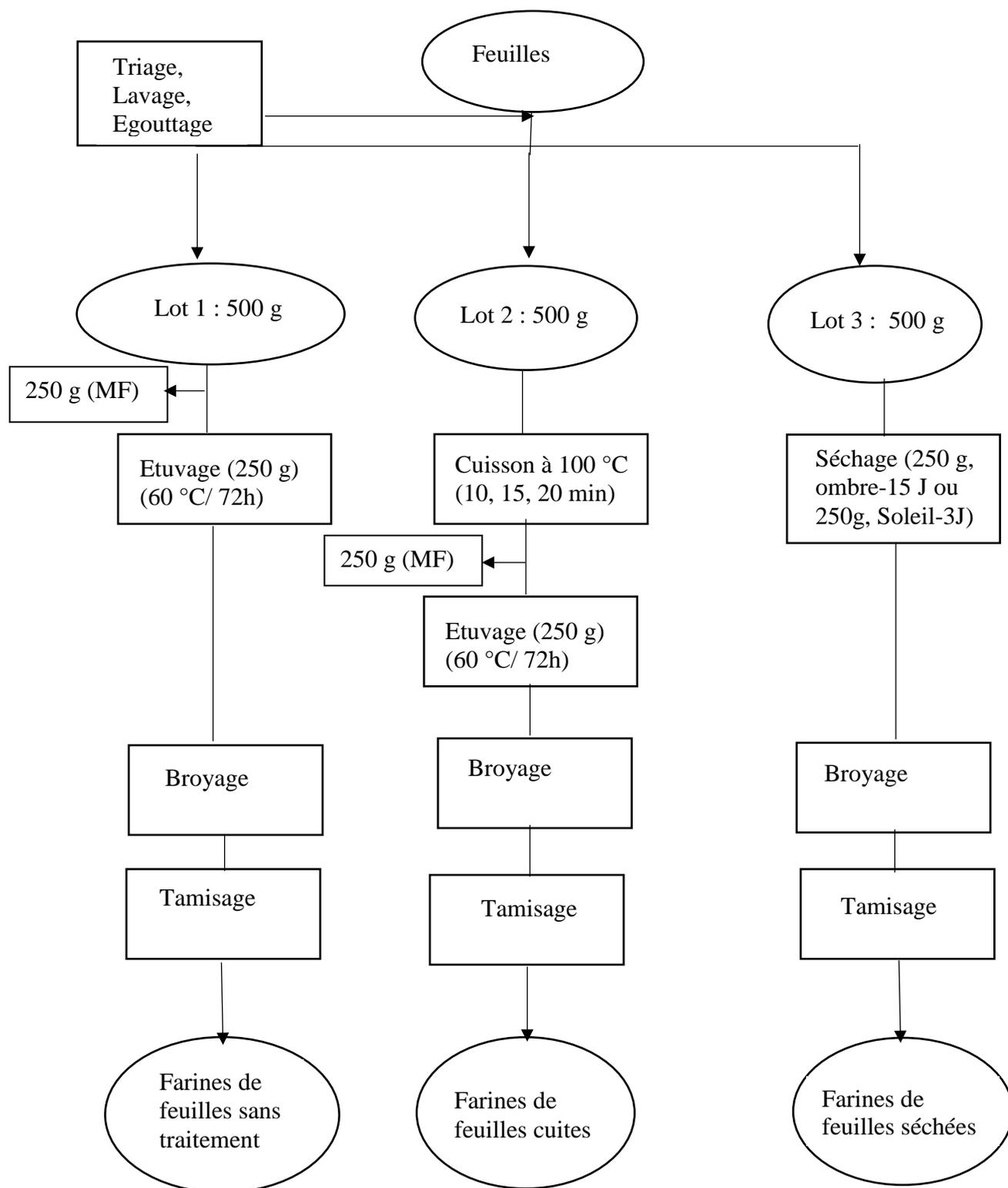
### **2.2.3. Séchage des feuilles**

Deux méthodes de séchage ont été adoptées : le séchage solaire et le séchage à l'ombre. Le séchage à l'ombre a été réalisé selon la méthode décrite par Mepba et al. (2007). Deux cent cinquante (250) grammes de feuilles fraîches ont été étalées sur les paillasses au laboratoire (25-28°C) pendant 15 jours à raison de 10 h d'exposition par jour (Figure 6).

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Quant au séchage solaire, il a consisté à étaler 250 g de feuilles fraîches sur une bâche noire. Les feuilles ont été exposées au soleil (35-38 °C) pendant 3 jours à raison de 10 h d'exposition par jour.

Les feuilles séchées ont ensuite été broyées à l'aide d'un micro-broyeur de marque CULATTI (France) équipé d'un tamis de maille 10 µm. La farine obtenue a servi aux différentes analyses (Figure 6).



**Figure 6:** Diagramme de fabrication des farines de feuilles de *Wognonibou*, *Assiacra*, *Ahirôh* et de *Foué*.

## 2.3. Analyses physicochimiques des feuilles des plantes spontanées comestibles

### 2.3.1. Détermination de la matière sèche

La méthode utilisée pour la détermination de la teneur en matière sèche a été celle proposée par AOAC (1990). Cinq (05) grammes d'échantillon ont été pesés dans une capsule en verre de masse connue. La capsule contenant les échantillons a été placée à l'étuve de marque MEMMERT (Allemagne) réglée à 105 °C. Après 24 h, la capsule a été, à intervalle de temps régulier, retirée de l'étuve et refroidie dans un dessiccateur puis pesée. Ces opérations ont été répétées jusqu'à l'obtention d'une masse constante. Les teneurs en eau et en matière sèche ont été données en pourcentage de masse d'échantillon frais comme suit:

$$\text{TH (\%)} = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1 - m_0} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{Matière sèche (\%)} = 100 - \text{TH} \quad (5)$$

Avec :

$m_0$ : masse (g) de la capsule vide

$m_1$ : masse (g) de l'ensemble (capsule + feuilles) avant étuvage

$m_2$ : masse (g) de l'ensemble (capsule + feuilles) après étuvage

TH : Taux d'humidité

### 2.3.2. Détermination des teneurs en cendres

La méthode utilisée pour la détermination des cendres a été celle décrite par AOAC (1990). Cinq (5) grammes d'échantillon préalablement séché à l'étuve puis broyé ont été pesés dans une capsule d'incinération en porcelaine de masse connue. La capsule contenant l'échantillon a été placée dans un four à moufle de marque PYROLABO (Allemagne) puis, l'incinération de l'échantillon est effectuée à 550 °C pendant 12 h. Après le retrait de la capsule du four à moufle puis refroidissement dans un dessiccateur, celle-ci a été de nouveau pesée. La teneur en cendres a été exprimée en pourcentage de masse comme suit:

$$\text{Cendres (\%)} = \frac{(m_2 - m_0)}{(m_1 - m_0)} \times 100 \quad (6)$$

Avec :

$m_0$  : masse (g) du creuset vide

$m_1$  : masse (g) de l'ensemble (creuset + feuilles séchées) avant incinération

$m_2$  : masse (g) de l'ensemble (creuset + feuilles séchées) après incinération

### 2.3.3. Détermination des teneurs en lipides

La teneur en lipides a été déterminée selon la méthode décrite par AFNOR (1986), utilisant le Soxhlet comme extracteur. Dix (10) gramme d'échantillon séché et broyé ont été placés dans une cartouche d'extraction en cellulose et bouchée par du coton. La cartouche a été ensuite introduite dans le réservoir du Soxhlet et l'extraction d'huile a été effectuée à l'aide d'un système de flux et reflux de solvant en utilisant 300 mL de n-hexane. Le chauffage a été effectué à l'aide de calottes chauffantes. Après 7 h d'extraction, le solvant (n-hexane) a été récupéré à l'aide d'un évaporateur rotatif de marque HEIDOLPH (Allemagne). Le ballon, initialement taré et contenant l'huile, a été pesé pour déterminer la masse d'huile extraite. La teneur en huile a été exprimée en pourcentage de masse comme suit :

$$T_h = \frac{m \times 100}{m_E} \quad (7)$$

Avec :

$T_h$  : teneur en huile exprimée en pourcentage (%)

$m$  : masse (g) de l'huile extraite après avoir taré le ballon d'extraction

$m_E$  : masse (g) de l'échantillon de broyat de feuilles soumis à l'extraction

### 2.3.4. Détermination des teneurs en protéines

La teneur en protéines brutes a été déterminée à partir du dosage de l'azote total selon la méthode de Kjeldhal (AOAC, 1990). Elle comprend une phase de minéralisation suivie d'une phase de distillation et une phase de titrage par l'acide sulfurique.

#### - Minéralisation

Une masse de 1 g de feuilles séchées et broyées a été prélevée dans un matras de minéralisation auquel ont été ajoutés successivement une pincée de catalyseur (sélénium + sulfate de potassium) et 20 mL d'acide sulfurique concentré. La minéralisation a été effectuée à 400 °C pendant 2 h dans un digesteur de marque BUCHI. Après refroidissement du tube à la

température ambiante, le minéralisât a été transvasé dans une fiole jaugée de 100 mL et complété au trait de jauge avec de l'eau distillée.

- **Distillation**

Dix (10) mL de NaOH 40 % (p/v) ont été ajoutés à 10 mL de minéralisât et le mélange a été placé dans le réservoir du distillateur. L'allonge du réfrigérant du distillateur a été ensuite plongée dans un bêcher contenant 20 mL d'acide borique additionné d'un indicateur mixte (rouge de méthyle + vert de bromocrésol). La distillation a été effectuée pendant 10 min.

- **Titrage**

Le distillat a été ensuite dosé avec une solution d'acide sulfurique 0,1 N jusqu'au virage du vert à l'orangé. Un blanc a été réalisé dans les mêmes conditions que l'essai. La teneur en protéines totales a été exprimée en pourcentage de masse selon la formule suivante:

$$\text{Protéines totales (\%)} = \frac{(V_1 - V_0) \times 14 \times 6,25 \times N}{m_e} \quad (8)$$

Avec :

$V_0$ : volume (mL) de solution d'acide sulfurique (0,1 N) versé pour l'essai à blanc.

$V_1$ : volume (mL) de solution d'acide sulfurique (0,1 N) versé pour l'essai (échantillon).

$N$ : normalité de la solution d'acide sulfurique.

$m_e$  : masse (g) de l'échantillon de farine.

$14$  : masse molaire de l'azote.

$6,25$  : facteur conventionnel.

### 2.3.5. Détermination des teneurs en fibres

La détermination de la teneur en fibres s'est effectuée selon la méthode de Wolf (1968). Deux (2) grammes d'échantillon séché et broyé ont été introduits dans un ballon, puis 50 mL d'acide sulfurique à 0,25 N y ont été ajoutés. Le mélange obtenu a été homogénéisé et porté à ébullition pendant 30 min sous réfrigérant à reflux. Après 30 min, 50 mL de NaOH à 0,31 N ont été ajoutés au contenu et porté de nouveau à ébullition sous réfrigérant à reflux pendant 30 min. L'extrait obtenu a été filtré sur papier Whatman et le résidu a été lavé plusieurs fois à l'eau chaude jusqu'à élimination complète des alcalis. Le résidu a été séché à l'étuve à 105°C pendant 8 h. Après refroidissement au dessiccateur, le résidu a été pesé et ensuite incinéré au four à 550°C pendant 3 h. Après refroidissement les cendres obtenues ont

été pesées. La teneur en fibres brutes a été donnée en pourcentage de masse d'échantillon comme suit:

$$\text{Fibres brutes (\%)} = \frac{(m_1 - m_2) \times 100}{m_e} \quad (9)$$

Avec :

$m_1$ : masse (g) du résidu séché

$m_2$ : masse (g) des cendres obtenues

$m_e$ : masse (g) de l'échantillon

### 2.3.6. Détermination des teneurs en glucides totaux et valeur énergétique

Les glucides totaux et la valeur énergétique ont été déterminés suivant la méthode de calcul préconisée par la FAO (2002). Cette méthode prend, en compte, d'une part, les teneurs en humidité, en matière grasse, en protéines et en cendres et d'autre part, les coefficients énergétiques relatifs aux feuilles.

$$\text{Glucides (\% MS)} = 100 - (P + L + C + F) \quad (10)$$

$$\text{VE (Kcal/ 100 g MS)} = 2,44P + 8,37L + 3,57G \quad (11)$$

Avec :

$P$ : teneur en protéines (% MS)

$L$ : teneur en lipides (% MS)

$C$ : teneur en cendres (% MS)

$F$ : teneur en fibres (% MS)

$G$ : teneur en glucides (% MS)

$VE$ : valeur énergétique (Kcal/100g MS)

### 2.3.7. Détermination de la composition minérale

Le dosage des minéraux s'est fait selon la méthode décrite par Kadja et *al.* (2013) utilisant le Microscope Electronique à Balayage MEB) à Pression Variable (MEB FEG Supra 40 VP Zeiss), équipé d'un détecteur de rayons-X (OXFORD Instruments) relié à une plateforme de microanalyseur EDS. L'incinération des échantillons végétaux a été faite à 550°C

pendant 24 h dans un four de marque Naberthern MORE THAN HEAT. Une fois récupérées, les cendres ont été analysées à l'aide du MEB à Pression Variable. La quantification des minéraux a été réalisée dans un laboratoire spécialisé à Abidjan (Côte d'Ivoire). Les rayons-X émis dépendent de la nature de l'échantillon. Pour identifier la composition chimique des éléments, l'appareil effectue une mesure de l'énergie de transition des électrons au niveau des nuages électroniques des séries K; L et M des atomes de l'échantillon. L'acquisition de la composition chimique est effectuée sur au moins trois différentes zones. On établit une moyenne avec un écart type. Les éléments identifiés sont exprimés en pourcentage par poids total de 100 g.

### 2.3.8. Détermination de la teneur en vitamine C

La méthode utilisée pour le dosage de la vitamine C des différents échantillons a été celle décrite par Pongracz *et al.* (1971). Le principe est basé sur la réduction du 2,6 DCPIP (2,6 dichlorophénol-indophénol) par celle-ci.

Dix (10) grammes d'échantillons ont été pesés et broyés puis solubilisés dans 40 mL d'acide métaphosphorique-acide acétique (2 %; p/v). Le mélange obtenu a été centrifugé à 3000 trs/min pendant 20 min. Le surnageant a été introduit dans une fiole jaugée de 50 mL pour être ajusté avec de l'eau distillée bouillie et refroidie à l'abri de l'air. Une prise d'essai de 10 mL a été introduite dans un erlenmeyer puis titrée avec le 2,6 DCPIP à 0,5 g/L jusqu'au virage au rose persistant. La solution de 2,6 DCPIP a été préalablement étalonnée avec une solution de vitamine C pure à 0,5 g/L. La teneur en vitamine C de l'échantillon a été donnée en pourcentage par l'expression suivante:

$$\text{Vitamine C (\%)} = \frac{(0,5 \times V \times 10^{-3}) \times 5 \times 100}{m_e} \quad (12)$$

Avec :

*V*: volume (mL) de 2,6 DCPIP versé à l'équivalence.

*m<sub>e</sub>*: masse (g) de l'échantillon de feuilles fraîches

### 2.3.9. Détermination des teneurs en caroténoïdes

La teneur en caroténoïdes a été déterminée selon la méthode décrite par Rodriguez et Amaya (2001). Le principe est basé sur l'extraction des pigments à l'aide de l'acétone, puis la solubilisation des caroténoïdes dans l'éther de pétrole enfin leur quantification par colorimétrie. Deux (2) grammes d'échantillon frais ont été pesés puis broyés dans 50 mL d'acétone. Le

mélange obtenu a été filtré et le résidu est repris avec 3 fois 50 mL d'acétone jusqu'à décoloration complète. Au filtrat obtenu, ont été ajoutés 100 mL d'éther de pétrole dans une ampoule à décanter. Après agitation et repos, la phase contenant l'éther a été récupérée dans une autre ampoule à décanter puis lavée avec 50 mL d'eau distillée et séchée avec le sulfate de sodium. La densité optique de la phase contenant l'éther a été lue au spectrophotomètre de marque PG INSTRUMENTS (Angleterre) à 450 nm contre l'éther de pétrole. Une gamme étalon, établie dans les mêmes conditions que l'essai à partir d'une solution mère de  $\beta$ -carotène (1 mg/mL), a permis de déterminer la quantité de caroténoïdes.

### **2.3.10. Détermination des teneurs en composés phénoliques et activité antioxydante**

#### **2.3.10.1. Extraction des composés phénoliques**

Les composés phénoliques ont été extraits au méthanol selon la méthode de Singleton *et al.* (1999). Un (1) gramme d'échantillon séché à l'étuve et broyé a été homogénéisé dans 10 mL de méthanol (70 % ; v/v). Le mélange obtenu a été centrifugé à 1000 trs/min pendant 10 min. Le culot a été récupéré dans 10 mL de méthanol (70 % ; v/v) et centrifugé de nouveau. Les surnageants, réunis dans une fiole de 50 mL et ajustés avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge, ont constitué l'extrait phénolique total.

#### **2.3.10.2. Dosage des phénols totaux**

La méthode de Singleton *et al.* (1999), utilisant le Folin-ciocalteu, a permis de doser les phénols totaux. Le réactif, constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $H_3PMO_{12}O_{40}$ ) est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène. La coloration produite est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux. Ainsi, un (1) mL d'extrait méthanolique a été introduit dans un tube à essai. Au contenu du tube, a été ajouté 1 mL de réactif de Folin-ciocalteu. Le tube a été laissé au repos pendant 3 min puis 1 mL de solution de carbonate de sodium à 20 % (p/v) y a été ajouté. Le contenu du tube a été complété à 10 mL avec de l'eau distillée.

Le tube a été placé à l'obscurité pendant 30 min et la lecture de la densité optique (DO) a été effectuée à 725 nm contre un blanc. Une gamme étalon établie à partir d'une solution mère d'acide gallique (1 mg/mL) dans les mêmes conditions que l'essai a permis de déterminer la quantité de phénols de l'échantillon.

### 2.3.10.3. Dosage des tanins

Le dosage des tanins a été effectué suivant la méthode décrite par Bainbridge *et al.* (1996) dont le principe s'énonce comme suit : les tannins réagissent en milieu acide avec la vanilline pour donner un complexe de couleur jaune dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de tannins présente dans le milieu.

Un (1) mL d'extrait méthanolique a été introduit dans un tube à essai. Au contenu du tube sont ajoutés 5 mL de réactif à la vanilline à 1 % (p/v). Le tube a été laissé au repos pendant 30 min à l'obscurité et la DO a été lue à 500 nm contre un blanc. La quantité de tannins des échantillons a été déterminée à l'aide d'une gamme étalon établie à partir d'une solution mère d'acide tannique (2 mg/mL) réalisée dans les mêmes conditions que l'essai.

### 2.3.10.4. Dosage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes a été effectué suivant la méthode décrite par Meda *et al.* (2005). Le principe est le suivant: les flavonoïdes réagissent avec le chlorure d'aluminium en présence d'acétate de potassium pour donner un complexe de couleur jaune dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de flavonoïdes présents dans le milieu. Ainsi, un volume de 0,5 mL d'extrait méthanolique a été introduit dans un tube à essai. Au contenu du tube, ont été ajoutés successivement 0,5 mL d'eau distillée, 0,5 mL de chlorure d'aluminium à 10 % (p/v), 0,5 mL d'acétate de potassium à 1 M et 2 mL d'eau distillée.

Le tube a été laissé au repos pendant 30 min à l'obscurité et la DO a été lue à 415 nm contre un blanc. Une gamme étalon, établie à partir d'une solution mère de quercétine (0,1 mg/mL) dans les mêmes conditions que l'essai a permis de déterminer la quantité de flavonoïdes de l'échantillon.

### 2.3.10.5. Détermination de l'activité antioxydante totale

La détermination de l'activité antioxydante s'est faite selon la méthode décrite par Choi (2002) dont le principe est basé sur la décoloration du DPPH. Cette décoloration est proportionnelle à l'activité antioxydante de l'échantillon. Ainsi, un volume de 2,5 mL d'extrait méthanolique a été introduit dans un tube à essai. Au contenu du tube, il a été ajouté 1 mL de solution de DPPH (3 mM dans du méthanol). Le tube a été placé à l'obscurité pendant 30 min et l'absorbance a été lue à 415 nm contre le blanc. Un tube contrôle (1 mL de DPPH + 2,5 mL de méthanol) a été réalisé et l'absorbance du tube a été lue dans les mêmes conditions que le tube essai.

L'activité antioxydante est exprimée en pourcentage d'inhibition du DPPH comme suit :

$$AA (\%) = \frac{[DO_c - (DO_e - DO_b)] \times 100}{DO_c} \quad (13)$$

**Avec :**

*DO<sub>c</sub>*: absorbance du tube contrôle (1 mL de DPPH + 2,5 mL de méthanol)

*DO<sub>e</sub>*: absorbance du tube essai (1 mL de DPPH + 2,5 mL d'extrait méthanolique).

*DO<sub>b</sub>*: absorbance du tube blanc ou témoin (1 mL de méthanol + 2,5 mL d'extrait méthanolique).

*AA* : Activité antioxydante.

### 2.3.11. Détermination des teneurs en oxalates

Le dosage des oxalates a été réalisé selon la méthode décrite par Day et Underwood (1986) utilisant le permanganate de potassium (KMnO<sub>4</sub>). Un (1) gramme d'échantillon séché à l'étuve et broyé a été homogénéisé dans 75 mL d'acide sulfurique 3 M. Le mélange a été porté sous agitation magnétique pendant 1 h puis filtré. Vingt cinq (25) millilitres de filtrat ont été titrés à chaud avec une solution de permanganate de potassium à 0,05 M jusqu'au virage au rose persistant. La teneur en oxalates a été déterminée comme suit :

$$\text{Oxalates (mg/100g)} = \frac{2,2 \times V_{eq} \times 100}{me} \times 100 \quad (14)$$

**Avec :**

*V<sub>eq</sub>*: volume (mL) de KMnO<sub>4</sub> versé à l'équivalence.

*me* : masse (g) de l'échantillon.

### 2.3.12. Détermination des teneurs en phytates

Les phytates ont été quantifiés selon la méthode de Latta et Eskin (1980) basé sur la décoloration du réactif de Wade par les phytates. Cette décoloration est proportionnelle à la quantité de phytates présents dans le milieu.

Un (1) gramme d'échantillon séché et broyé a été homogénéisé dans 20 mL d'acide chlorhydrique 0,65 N. Le mélange a été porté sous agitation pendant 12 h à la température ambiante. La solution a été centrifugée à 12000 tours/min pendant 40 min. A 0,5 mL de

surnageant contenu dans un tube à essai, sont ajoutés 3 mL de réactif de Wade.

Le mélange obtenu a été laissé au repos pendant 15 min et la densité optique (DO) a été lue à 490 nm contre un blanc. Une gamme étalon est établie à partir d'une solution mère de phytates de sodium (10 mg/mL) dans les mêmes conditions que l'essai pour la détermination de la quantité de phytates de l'échantillon.

### **3. TRAITEMENTS STATISTIQUES DES DONNEES**

Les données collectées au cours de l'enquête ont d'abord été renseignées sur le tableur Excel. Le traitement statistique a été fait à l'aide des logiciels SPSS (Statistical Program for Social Science) version 20.0 for Windows et STATISTICA (version 7.1).

Avec SPSS, des analyses de variances (ANOVA) incorporant des comparaisons de moyennes ont été effectuées. Le niveau de signification de ces analyses est de 5 %. Ainsi, lorsque la valeur de la probabilité est  $P \leq 0,05$ , les moyennes obtenues sont significativement différentes. Par contre, pour les valeurs de  $P > 0,05$ , les moyennes sont statistiquement identiques. Toutes les mesures ont été réalisées en triple. La comparaison entre les variables dépendantes a été déterminée à l'aide de l'analyse des variances (ANOVA), du test de DUNCAN et de l'analyse de corrélation. Les Analyses en Composantes Principales (ACP) ont été réalisées pour classer les feuilles en fonction de leurs compositions nutritionnelles et de leurs facteurs antinutritionnels. Elle a également permis d'établir différentes corrélations entre les constituants des feuilles.

# **TROISIEME PARTIE : RÉSULTATS ET DISCUSSION**

## Chapitre I : ETUDE ETHNOBOTANIQUE

### I. Résultats

#### I.1. Caractéristiques sociodémographiques de la population enquêtée

L'enquête ethnobotanique a permis d'interroger 400 personnes réparties entre les différentes Sous-Préfectures : Aboudé Mandéké avec 45 personnes, Agboville avec 185 personnes, Attobrou avec 46 personnes, Azaguié avec 49 personnes et Rubino avec 75 personnes. Les enquêtés étaient soit des personnes physiques, soit des ménages. Dans ce cas, le ménage est considéré comme une unité. L'âge des enquêtés varie de 18 à 90 ans et la moyenne d'âge se situe entre 45 et 49 ans avec une fréquence de 27,75 % (Figure 7). Cette population est constituée d'hommes à 60 % (soit 240 hommes) contre 40 % de femmes (160), soit un sex-ratio homme-femme de 1,5 (Figure 8). Ces personnes sont issues de différents groupes ethnolinguistiques en provenance de la Côte d'Ivoire mais également de certains pays de l'Afrique de l'Ouest. Elles sont réparties en autochtones (40,3 %, originaires de la région d'Agboville), allochtones (51,9 %, en provenance des autres régions de la Côte d'Ivoire) et allogènes (7,8 %, en provenance des autres pays). Les allochtones sont les plus représentés (51,9 %). Quant aux allogènes, ils sont les moins représentés avec 7,8 % des enquêtés (Figure 9). Ainsi, le profil identitaire des enquêtés montre que la population est constituée de 92,2 % de nationaux donc les plus représentés, alors que les non nationaux sont en faible proportion (Figure 10). Considérant le niveau d'instruction des enquêtés, le niveau secondaire est le plus représenté avec 45,5 % des enquêtés, alors que ceux qui ont le niveau primaire, le niveau supérieur et ceux qui n'ont pas été scolarisés sont en proportions approximatives de 19 % (Figure 11)

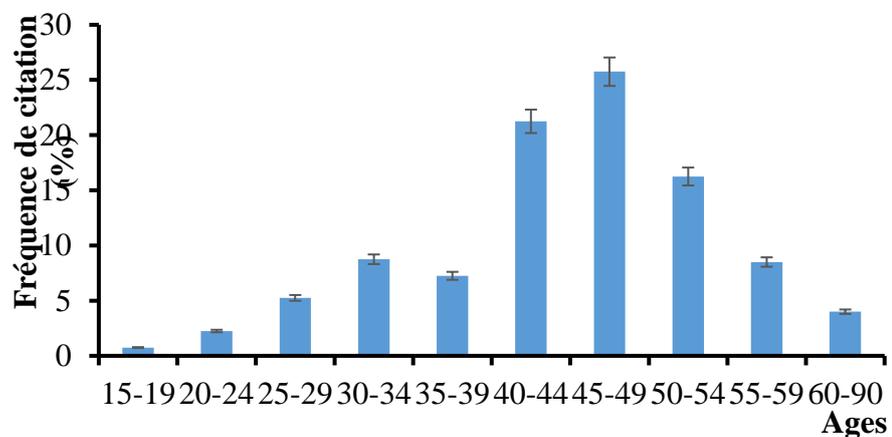
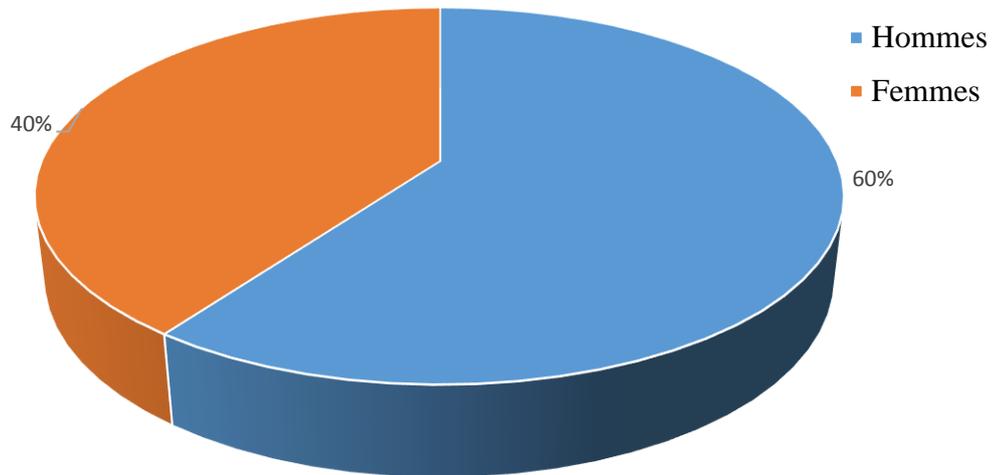
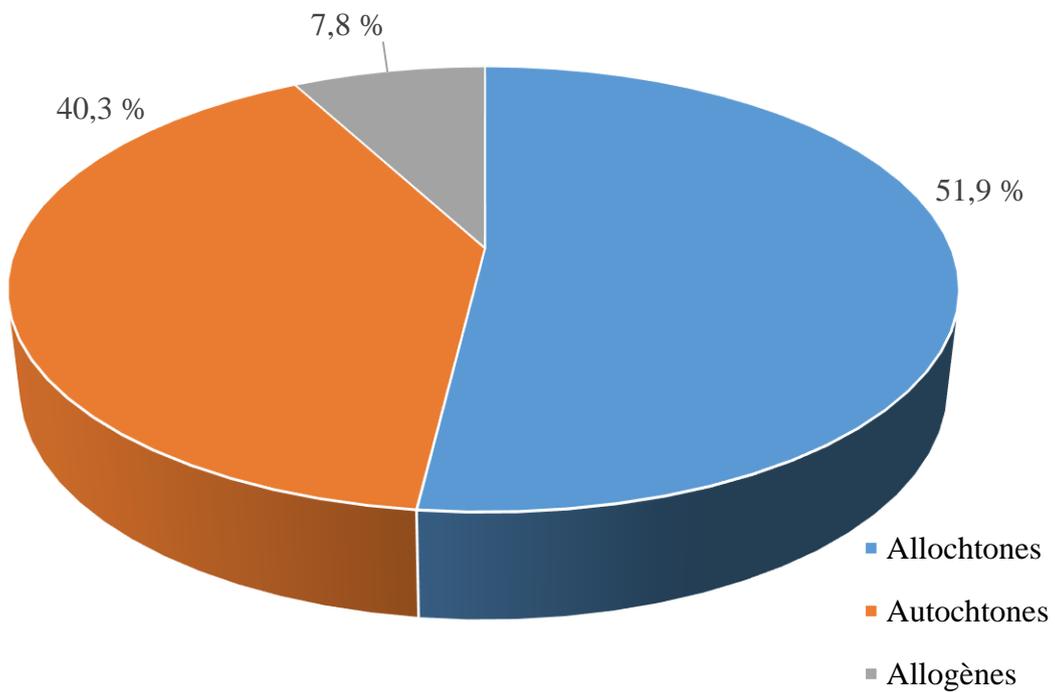


Figure 7 : Répartition des enquêtés selon l'âge.

## RESULTATS ET DISCUSSION



**Figure 8 :** Répartition des enquêtés selon le sexe



**Figure 9 :** Répartition des enquêtés selon leurs origines

RESULTATS ET DISCUSSION

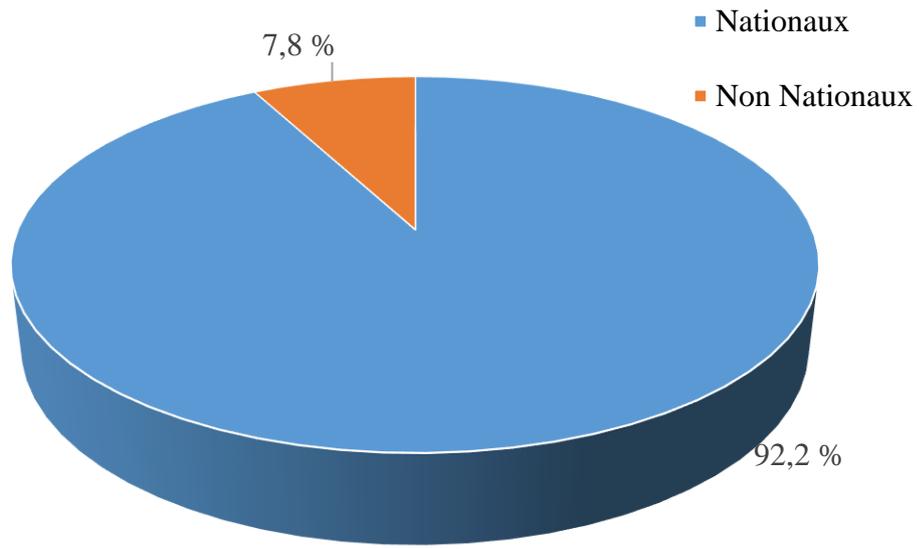


Figure 10 : Répartition des enquêtés selon la nationalité

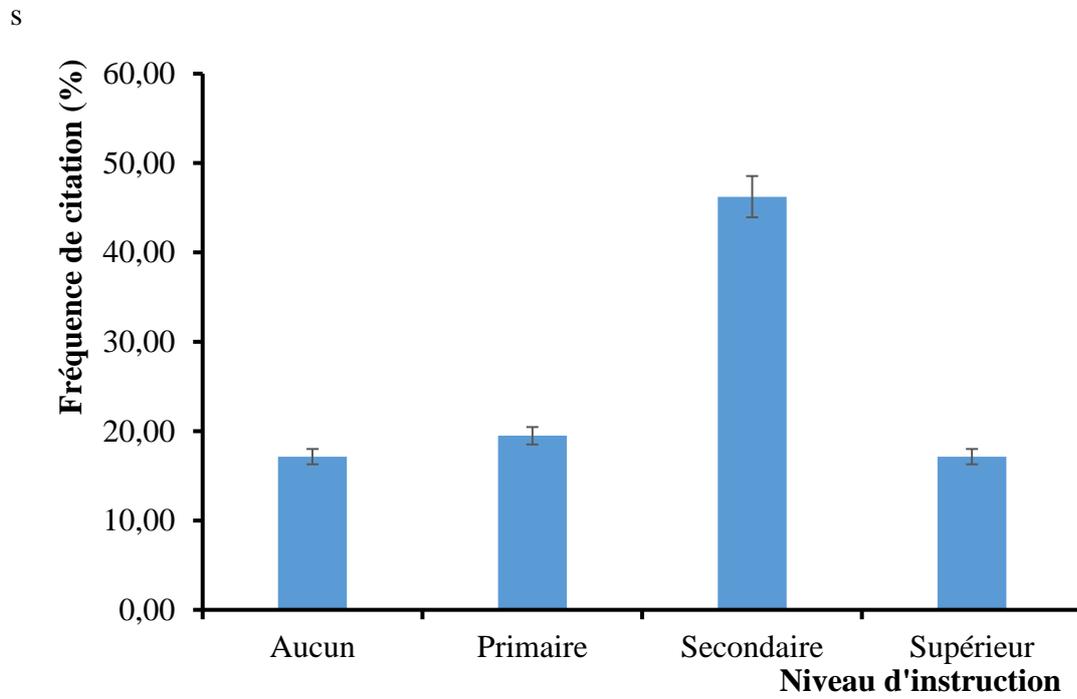


Figure 11 : Niveau d'instruction des enquêtés

## I.2. Connaissance des plantes spontanées par la population enquêtée

### 1.2.1. Niveau de connaissance et de consommation des plantes spontanées par la population enquêtée

Les espèces inventoriées dans le cadre de ce travail sont au total de 96 plantes réparties en 87 genres et 48 familles (Tableau V). Les Malvaceae (10), les Fabaceae (6), les Arecaceae (5), les Lamiaceae (5) et les Solanaceae (5) sont les familles les plus représentées. Ces plantes sont composées d'arbres, d'arbustes, de lianes et d'herbes. Les arbres sont les plus représentés avec 45,83 %. Dans l'ensemble des 5 Sous-Préfectures visitées, les espèces les plus connues des populations sont *Ricinodendron heudelotii* (75,06 %), *Solanum distichum* (64,42 %), *Myrianthus arboreus* (53,51%), *Irvingia gabonensis* (53,25 %) et *Elaeis guineensis* (51,43 %). Les espèces moyennement connues sont au nombre de 14 dont *Corchorus olitorius*, *Basella alba* L, *Hibiscus sabdariffa* L, *Celosia argentea* L, *Borassus aethiopum* Mart et *Solanum americanum* L. Leurs pourcentages de citation sont compris entre 50 et 25 %. Les espèces les moins citées représentent 80,20% de la totalité des espèces avec un pourcentage de citation inférieur à 25%. Parmi ces dernières, l'on y trouve des espèces telles que *Curcuma longa*, *Diospyros mespiliformis*, *Hoslundia opposita*, *Ocimum canum*, *Pseudospondias microcarpa*, *Parinari excelsa* et *Vitex doniana* qui ont un pourcentage de 0,52 %. Ces plantes sont connues dans plusieurs ethnies avec des noms vernaculaires selon les ethnies.

Le niveau de consommation est reparti en quatre groupes qui sont : très bon niveau de consommation, bon niveau de consommation, moyen niveau de consommation et faible niveau de consommation. Deux plantes font parties des espèces ayant un très bon niveau de consommation. Ce sont *Ricinodendron heudelotii* et *Solanum distichum* avec respectivement les fréquences de 0,75 et 0,64 tandis que *Myrianthus arboreus* est en tête des espèces ayant un bon niveau de consommation avec en plus 6 autres plantes pour des fréquences situées entre 0,6 et 0,4. Pour les espèces moyennement consommées, elles sont au nombre de douze (12) dont *solanum americanum* avec une fréquence de 0,30. Enfin, le plus grand nombre de plantes se retrouve dans la catégorie des plantes faiblement consommées. Parmi elles, l'on distingue *Justicia galeopsis* et *Sesamum radiatum* ayant pour fréquence 0,21. Les plantes ayant un faible niveau de consommation sont de loin les plus nombreuses (Tableau V).

RESULTATS ET DISCUSSION

**Tableau V:** Liste des plantes spontanées alimentaires du Département d'Agboville

| Noms scientifiques   | Familles       | Type biologique | Organes consommés         | Noms vernaculaires                  | Fréquence | Niveau de connaissance         | Niveau de consommation                           |
|--|----------------|-----------------|---------------------------|-------------------------------------|-----------|--------------------------------|--|
| <i>Ricinodendron heudelotii</i> (Baill.) Pierre ex Heckel    | Euphorbiaceae  | Arbre           | Graines                   | Akpi (Abey)                         | 75,06     | Espèces bien connues           | Espèces ayant un très bon niveau de consommation |
| <i>Solanum distichum</i> Schumach. & Thonn. Var              | Solanaceae     | Arbuste         | Fruits                    | Mlègbè (Abbey)                      | 64,42     |                                |  |
| <i>Myrianthus arboreus</i> P. Beauv                          | Cecropiaceae   | Arbre           | Jeunes feuilles, Fruits   | Wognon (Abey),                      | 53,51     | Espèces moyennement connues    | Espèces ayant un bon niveau de consommation      |
| <i>Irvingia gabonensis</i> (Aubry Leconte ex O'Rorke) Baill. | Irvingiaceae   | Arbre           | Graines                   | Boborou (Abey), Bôh-lé (Kkrobou)    | 53,25     |                                |  |
| <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.                               | Arecaceae      | Arbre           | Bourgeon, Fruits, Graines | Rôh (abbey), Intihô (Krobou)        | 51,43     |                                |  |
| <i>Corchorus olitorius</i>                                   | Tiliaceae      | Herbe           | Feuilles, Fruits          | Kparala (Baoulé), Srin (Wobé)       | 45,97     |                                |  |
| <i>Basella alba</i> L.                                       | Basellaceae    | Herbe           | Feuilles                  | Epinaud (Français)                  | 44,42     | Espèces moyennement connues    | Espèces ayant un bon niveau de consommation      |
| <i>Hibiscus sabdariffa</i> L.                                | Malvaceae      | Herbe           | Feuilles                  | Da (Dioula)                         | 41,04     |                                |  |
| <i>Celosia argentea</i> L.                                   | Amaranthaceae  | Herbe           | Feuilles                  | Broubrou (Bété)                     | 40,52     |                                |  |
| <i>Borassus aethiopicum</i> Mart.                            | Arecaceae      | Arbre           | Fruit, Jeunes pousses     | Orou(Abbey), Dihoya (Krobou)        | 37,92     |                                |  |
| <i>Mangifera indica</i> L.                                   | Anacardiaceae  | Arbre           | Fruits                    | Amango (Agni)                       | 35,84     | Espèces moyennement consommées |  |
| <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.                          | Bombacaceae    | Arbre           | Feuilles, Fleurs          | Nian (Krobou) Kpé (Abbey)           | 33,77     |                                |  |
| <i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd.                    | Portulacaceae  | Herbe           | Feuilles                  | Kétolo (Abbey), Achiapa(Attié)      | 32,99     |                                |  |
| <i>Dacryodes klaineana</i> (Pierre) H.J.Lam                  | Burseraceae    | Arbre           | Fruits, Jeunes feuilles   | Vi(Abbey), Obidjôh (Krobou)         | 30,91     |                                |  |
| <i>Solanum americanum</i> L.                                 | Solanaceae     | Herbe           | Feuilles                  | Foué (Baoulé), Dèbé (wobé)          | 29,09     |                                |  |
| <i>Garcinia kola</i> Heckel                                  | Clusiaceae     | Arbre           | Graines                   | Aworié (Abey), Tchompia (Koulango)  | 27,79     |                                |  |
| <i>Passiflora foetida</i> L.                                 | Passifloraceae | Liane           | Fruits                    | Vièmon (Abbey), Passion (Français)  | 27,53     |                                |  |
| <i>Termitomyces letestui</i> (Pat.) R. Heim                  | Agaricaceae    | Champignon      | Carpophores               | N'glo (Baoulé), M'piérou (Abbey)    | 27,04     |                                |  |
| <i>Spondias mombin</i> L.                                    | Anacardiaceae  | Arbre           | Fruits                    | N'gba (Abey)                        | 27,02     |                                |  |
| <i>Cola nitida</i> (Vent.) Schott & Endl.                    | Malvaceae      | Arbuste         | Fruits                    | Nantichi (Abbey), Pèssè (Koulango)  | 23,12     |                                |  |
| <i>Adansonia digitata</i> L.                                 | Malvaceae      | Arbre           | Fruits, Feuilles, Graines | Fronдох (Krobou), Laakôh (Koulango) | 22,08     |                                |  |
| <i>Coula edulis</i> Baill.                                   | Olacaceae      | Arbre           | Graines                   | Atcha (Abbey), Assan (Krobou)       | 19,22     |                                |  |

RESULTATS ET DISCUSSION

**Tableau V** (suite) : Liste des plantes spontanées alimentaires du Département d'Agboville

| Noms scientifiques                                     | Familles      | Type biologique | Organes consommés  | Noms vernaculaires                         | Fréquence | Niveau de connaissance     | Niveau de consommation        |
|--|---------------|-----------------|--------------------|--|-----------|----------------------------|-------------------------------|
| <i>Dioscorea praehensilis</i>                          | Dioscoreaceae | Liane           | Tubercules         | Kpélé (Abbey), Bon-gé (Krobou)             | 18,70     |                            |                               |
| <i>Aframomum alboviolaceum</i> (Ridl.) K. Schum        | Zingiberaceae | Herbe           | Grains             | Alosso (Baoulé), Angaté (Koulango)         | 17,14     |                            |                               |
| <i>Capsium frutescens</i> L.                           | Solanaceae    | Arbuste         | Fruits             | Gnantché N'gbôh (Krobou), Mkpèkplè (Abbey) | 16,62     |                            |                               |
| <i>Piper guineense</i> Schumach. & Thonn.              | Piperaceae    | Liane           | Graines, Bourgeons | M'kpagnin (Abbey)                          | 16,10     |                            |                               |
| <i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) R. Br. Ex G. Don       | Fabaceae      | Arbre           | Fruit, Graines     | Kpalè (Baoulé), Dôgôh (Koulangp)           | 15,06     |                            |                               |
| <i>Bombax costatum</i> Pellegr. & Vuillet              | Bombacaceae   | Arbre           | Feuilles, Fleurs   | Obalété(Abbey), Otoudou (Krobou)           | 14,55     |                            |                               |
| <i>Trichoscypha arborea</i> (A.Chev.) A.Chev.          | Anacardiaceae | Arbre           | Fruit              | Dao (Abbey)                                | 14,29     |                            |                               |
| <i>Solanum torvum</i> Sw.                              | Solanaceae    | Arbuste         | Fruit              | Ascôtologba (Abbey),                       | 12,73     |                            |                               |
| <i>Carica papaya</i> L.                                | Caricaceae    | Arbuste         | Fruit              | Oloko(Abbey), Brofrè (Abron)               | 11,17     |                            |                               |
| <i>Xylopia aethiopica</i> (Dunal) A. Rich.             | Annonaceae    | Arbre           | Fruit              | Mondo (Abbey)                              | 10,91     |                            |                               |
| <i>Crassocephalum biafrae</i>                          | Asteraceae    | Herbe           | Feuilles           | Yatada (Abbey)                             | 8,57      |                            |                               |
| <i>Telfairia occidentalis</i> Hook.f.                  | Cucurbitaceae | Liane           | Grains             | Lomi (Abbey)                               | 7,27      | Espèces faiblement connues | Espèces faiblement consommées |
| <i>Thaumatococcus daniellii</i> (Benn.) Benth.         | Marantaceae   | Herbe           | Fruit              | M'pèmon (Abbey)                            | 7,01      |                            |                               |
| <i>Tamarindus indica</i> L.                            | Portulacaceae | Arbuste         | Fruit              | Tomi (Malinké)                             | 6,75      |                            |                               |
| <i>Beilschmiedia mannii</i> (Meisn.) Benth. & Hook. f. | Lauraceae     | Arbre           | Graines            | Atiôkôh (Abey)                             | 6,49      |                            |                               |
| <i>Ocimum gratissimum</i> L.                           | Lamiaceae     | Herbe           | Feuilles           | Houan (Abbey), Arémangnrin (Baoulé)        | 6,23      |                            |                               |
| <i>Monodora myristica</i> (Gaertn.) Dunal              | Annonaceae    | Arbre           | Graines            | Monnon (Abbey), Baassa (Koulango)          | 5,97      |                            |                               |
| <i>Triplochiton scleroxylon</i> K.Schum.               | Malvaceae     | Arbre           | Jeunes feuilles    | Wofa (Abbey)                               | 5,45      |                            |                               |
| <i>Aframomum melegueta</i> K. Schum.                   | Zingiberaceae | Herbe           | Grains             | Saa (Baoulé)                               | 5,19      |                            |                               |
| <i>Cayratia gracilis</i> (Guill. & Perr.) Suss.        | Vitaceae      | Liane           | Fruits             | Koyoro (Bété)                              | 5,19      |                            |                               |
| <i>Persea americana</i> Mill.                          | Lauraceae     | Arbre           | Fruit              | Avocat (Français)                          | 4,94      |                            |                               |
| <i>Laccosperma secundiflorum</i> (P.Beauv.) Kuntze     | Arecaceae     | Liane           | Méristème apical   | Hé (Abbey)                                 | 4,42      |                            |                               |
| <i>Dialium guineense</i> Willd.                        | Fabaceae      | Liane           | Fruits             | Chat noir                                  | 4,16      |                            |                               |

RESULTATS ET DISCUSSION

**Tableau V** (suite) : Liste des plantes spontanées alimentaires du Département d'Agboville

| Noms scientifiques                                    | Familles      | Type biologique | Organes consommés              | Noms vernaculaires                      | Fréquence | Niveau de connaissance     | Niveau de consommation        |
|---|---------------|-----------------|--------------------------------|---|-----------|----------------------------|-------------------------------|
| <i>Vernonia colorata</i> (Willd) Drake                | Asteraceae    | Arbuste         | Jeunes feuilles                | Poupouya (Abbey) Abowi (Baoulé)         | 4,16      |                            |                               |
| <i>Psidium guajava</i> L.                             | Myrtaceae     | Arbre           | Fruit                          | Aguiama (Attié)                         | 3,38      |                            |                               |
| <i>Tetrapleura tetraptera</i> (Schum. & Thonn.) Taub. | Fabaceae      | Arbre           | Fruits                         | Rèchè rèchè (Abbey)                     | 3,38      |                            |                               |
| <i>Piper umbellatum</i> L.                            | Piperaceae    | Arbuste         | Jeunes feuilles                | Ahonvè (Abbey)                          | 2,86      |                            |                               |
| <i>Raphia hookeri</i> G.Mann & H.Wendl.               | Arecaceae     | Arbuste         | Méristème apical, Fruits, Sève | Mondrôh (Abbey)                         | 2,86      |                            |                               |
| <i>Saba comorensis</i> (Boejr) Pichon                 | Apocynaceae   | Liane           | Fruits                         | Amani (Baoulé), Weda (Mossi)            | 2,86      |                            |                               |
| <i>Saba senegalensis</i>                              | Apocynaceae   | Liane           | Fruits                         | Amani (Baoulé), Weda Mossi              | 2,86      |                            |                               |
| <i>Aframomum exscapum</i> (Sm.) Hepper                | Zingiberaceae | Herbe           | Feuilles                       | Kpao (Abbey), Kakobrè (Krobou)          | 2,60      |                            |                               |
| <i>Blighia sapida</i> K. D. Koenig                    | Sapindaceae   | Arbre           | Graines                        | Soungo (Koulango)                       | 2,60      |                            |                               |
| <i>Landolphia owariensis</i>                          | Apocynaceae   | Liane           | Fruits                         | Kpékpé (Abbey)                          | 2,08      |                            |                               |
| <i>Sesamum radiatum</i> Schumach. & Thonn.            | Pedaliaceae   | Herbe           | Feuilles                       | Ahirôh (Abbey)                          | 2,08      | Espèces faiblement connues | Espèces faiblement consommées |
| <i>Sterculia tragacantha</i> Lindl.                   | Malvaceae     | Arbre           | Feuilles, Graines              | Poré-poré (Abbey)                       | 2,08      |                            |                               |
| <i>Strombosia glaucescens</i> Engl.                   | Olacaceae     | Arbre           | Graines                        | Poé (Abbey)                             | 2,08      |                            |                               |
| <i>Treculia africana</i> Decne. ex Trécul             | Moraceae      | Arbre           | Fruit                          | Bléblédou (Krobou)                      | 2,08      |                            |                               |
| <i>Uapaca heudelotii</i> Baill.                       | Euphorbiaceae | Arbre           | Fruit                          | Rétcho (Abbey)                          | 2,08      |                            |                               |
| <i>Justicia galeopsis</i> T.Anderson ex C.B.Clarke    | Acanthaceae   | Herbe           | Feuilles                       | Assiacriba (Krobou), Assiopriwa (Abron) | 2,08      |                            |                               |
| <i>Dracaena mannii</i>                                | Asparagaceae  | Arbuste         | Feuilles                       | --                                      | 1,82      |                            |                               |
| <i>Ceratotherca sesamoides</i> Endl.                  | Pedaliaceae   | Herbe           | Feuilles                       | Kroi n'gbô (Koulango), Bouho (Sénoufo)  | 1,56      |                            |                               |
| <i>Costus afer</i> Ker Gawl.                          | Zingiberaceae | Herbe           | Tige                           | Rôvi(Abbey)                             | 1,56      |                            |                               |
| <i>Detarium microcarpum</i> Guill. & Perr.            | Fabaceae      | Arbre           | Fruit                          | Crocrowa (Koulango)                     | 1,56      |                            |                               |
| <i>Landolphia hirsuta</i> (Hua) Pichon                | Apocynaceae   | Liane           | Fruits                         | M'tô (Abbey)                            | 1,56      |                            |                               |
| <i>Vitellaria paradoxa</i> C. F. Gaertn.              | Sapotaceae    | Arbre           | Fruits                         | N'Gouin waka (Baoulé)                   | 1,56      |                            |                               |
| <i>Zanthoxylum gillettii</i>                          | Rutaceae      | Arbre           | Feuilles                       | Kpahè (Abbey)                           | 1,30      |                            |                               |
| <i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.                      | Bromeliaceae  | Herbe           | Fruit                          | Abèrèbè (Koulango)                      | 1,30      |                            |                               |

RESULTATS ET DISCUSSION

**Tableau V** (suite): Liste des plantes spontanées alimentaires du Département d'Agboville

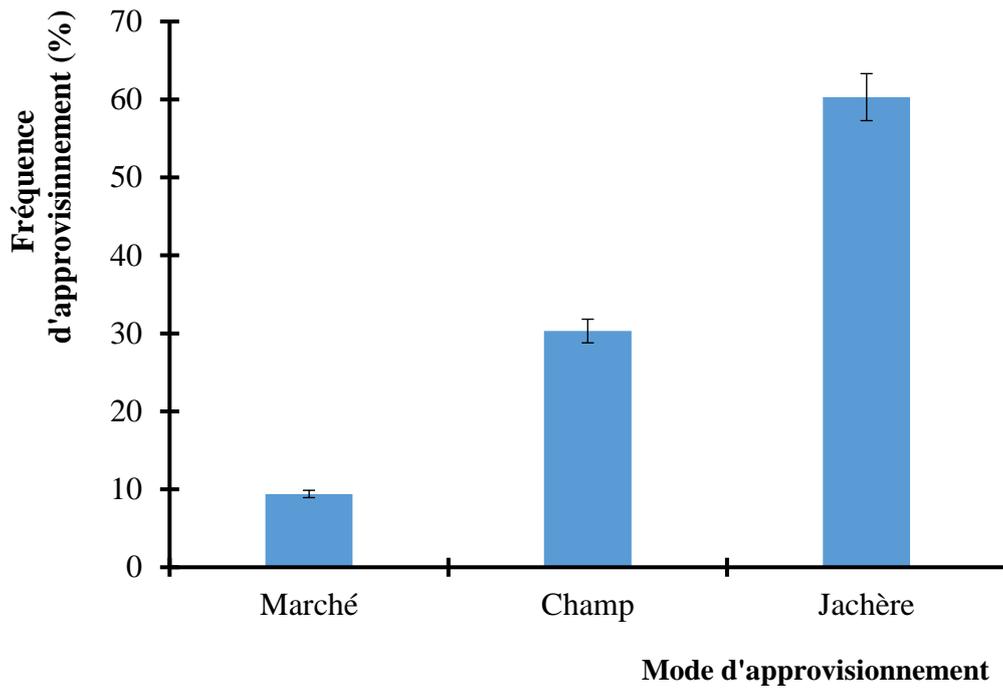
| Noms Scientifiques                                   | Familles         | Type biologique | Organes consommés  | Noms vernaculaires  | Fréquence | Niveau de connaissance           | Niveau de consommation              |
|--|------------------|-----------------|--------------------|---|-----------|----------------------------------|-------------------------------------|
| <i>Antrocaryon micraster</i>                         | Anacardiaceae    | Arbre           | Arbre              | Akwa (Abey)   | 1,30      |                                  |                                     |
| <i>Cleistopholis patens</i>                          | Anonaceae        | Arbre           | Graine             | Sobou (Abey)  | 1,30      |                                  |                                     |
| <i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum.          | Apocynaceae      | Arbuste         | Fruit              | Côcôta  | 1,30      |                                  |                                     |
| <i>Bidens pilosa</i> L.                              | Asteraceae       | Arbuste         | Feuilles           | Kpakasoiso (Bété)   | 1,30      |                                  |                                     |
| <i>Pouteria aningeri</i> (A.Chev.) Baehni            | Sapotaceae       | Arbre           | Fruit              | Aniégré (Français)  | 1,30      |                                  |                                     |
| <i>Terminalia catappa</i> L.                         | Combretaceae     | Arbre           | Grain              | Cocoma (Français)   | 1,30      |                                  |                                     |
| <i>Anchomanes welwitschii</i> Rendle.                | Araceae          | Herbe           | Feuilles           | Dèdè (Koulango)   | 1,04      |                                  |                                     |
| <i>Annona senegalensis</i> Pers.                     | Annonaceae       | Liane           | Fruits             | Amlon (Baoulé)  | 1,04      |                                  |                                     |
| <i>Canarium sweinfintii</i>                          | Burseraceae      | Arbre           | Fruits             | Babè (Abbey)  | 1,04      |                                  |                                     |
| <i>Deinbollia pinnata</i> (Poir.) Schumach. & Thonn. | Sapindaceae      | Arbuste         | Fruits             | Adjefkô (Baoulé)  | 1,04      |                                  |                                     |
| <i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Delile              | Zygophyllaceae   | Arbre           | Grain              | Asaminga (Moré)   | 0,78      | Espèces<br>faiblement<br>connues | Espèces<br>faiblement<br>consommées |
| <i>Buchholzia coriacea</i>                           | Capparidaceae    | Arbre           | Grain              | Amon (Abbey)  | 0,78      |                                  |                                     |
| <i>Psathyrella</i> sp.                               | Coprinaceae      | Champignon      | Carpophores        | Champignon noir (Français)                                  | 0,78      |                                  |                                     |
| <i>Maesobotrya barteri</i> (Baill.) Hutch.           | Euphorbiaceae    | Arbre           | Fruits Feuilles    | Wognonkpkpa (Abbey)   | 0,78      |                                  |                                     |
| <i>Ziziphus mucronata</i> Willd.                     | Rhamnaceae       | Arbre           | Feuilles           | N'tormon (Abbey)  | 0,78      |                                  |                                     |
| <i>Curcuma longa</i> L.                              | Zingiberaceae    | Herbe           | Racines            | Kôônan (Abbey)  | 0,52      |                                  |                                     |
| <i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst. ex A. DC.     | Caesalpinaceae   | Arbre           | Fruits             | Hin-yô (Koulango),<br>Koumborimon (Sénoufo)                 | 0,52      |                                  |                                     |
| <i>Hoslundia opposita</i> Vahl                       | Lamiaceae        | Herbe           | Bourgeon           | Anhouman-aliè (Baoulé)                                      | 0,52      |                                  |                                     |
| <i>Ocimum canum</i> Sims                             | Lamiaceae        | Herbe           | Feuilles           | Arémangnrin (Baoulé)  | 0,52      |                                  |                                     |
| <i>Parinari excelsa</i> Sabine                       | Chrysobalanaceae | Arbre           | Fruits             | Sougué (Français)   | 0,52      |                                  |                                     |
| <i>Pseudospondias microcarpa</i> (A.Rich.) Engl.     | Anacardiaceae    | Arbre           | Bourgeons,<br>Sève | Aaovignaa (baoulé)  | 0,52      |                                  |                                     |
| <i>Tarrietia utilis</i> (Sprague) Sprague            | Malvaceae        | Arbre           | Graines            | Niangon (Français)<br>Annkôh (Koulango), N'gbli<br>(Baoulé) | 0,52      |                                  |                                     |
| <i>Vitex doniana</i> Sweet                           | Verbenaceae      | Arbre           | Fruits             |   | 0,26      |                                  |                                     |

### **I.2.2. Mode d'approvisionnement et intérêt gastronomique des plantes spontanées pour la population enquêtée**

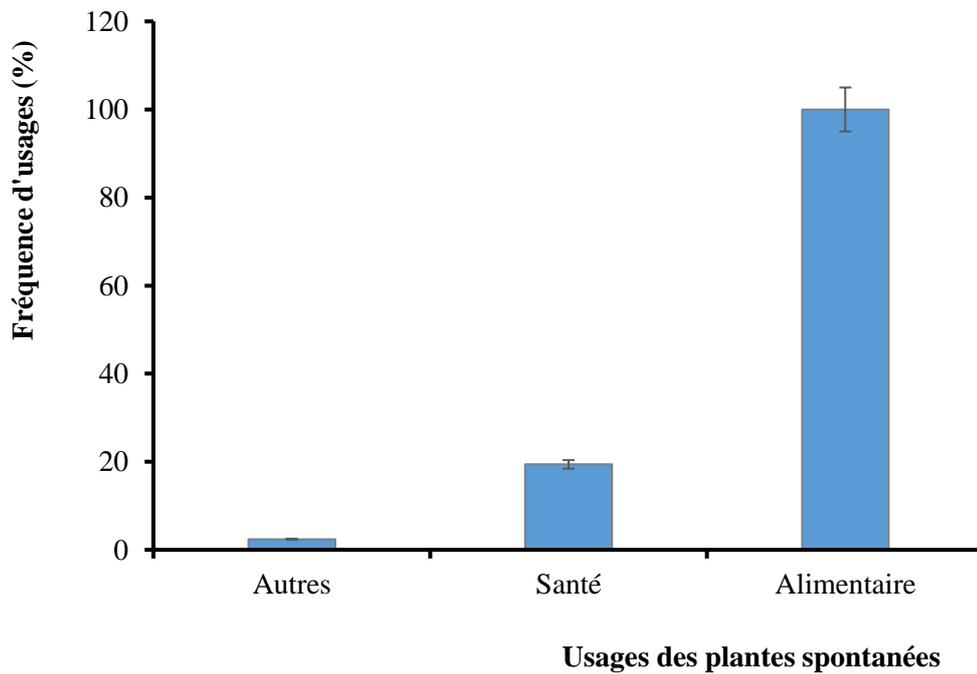
Les organes des plantes comestibles peuvent provenir de plusieurs lieux tels que les jachères (60,3 %), les champs (30,3 %) et les marchés (9,4 %). La jachère demeure le lieu d'approvisionnement prépondérant (Figure 12). La totalité des plantes citées sont des denrées alimentaires. Toutefois, 19 % auraient en plus des vertus thérapeutiques et 2 % d'autres usages non alimentaires (Figure 13). Ces différentes denrées peuvent être consommées après cuisson pour 72,5 % des plantes citées ou à l'état frais pour seulement 12,5 % (Figure 14).

Les résultats relatifs aux différents organes consommés par la population interrogée indiquent que les fruits, les feuilles et les graines sont les plus consommés dans les localités d'étude avec des proportions respectives de 40,7 % ; 37,9 % et 24,9 % (Figure 15). Cependant, très peu de personnes utilisent les fleurs, les racines et les tiges comme aliments.

De façon générale les plantes spontanées sont consommées sous trois formes que sont les légumes, les condiments et les friandises dans des proportions respectives de 35,6 %, 33,5 % et 22,6 %. Toutefois, certaines personnes les consomment sous formes d'épice, d'épinard et de boisson à de faibles proportions (Figure 16). Les différents goûts enregistrés pour ces organes sont acides (3%), amers (14,1 %), salés (1,1 %) et sucrés (21,7 %). Plus de 60 % des plantes ont un goût neutre. Le goût sucré (21,7 %) est le plus représenté alors que le goût salé (1,1 %) est le moins représenté (Figure 17). Après récolte, les denrées alimentaires subissent divers traitements. Ainsi, 35,7 % des organes des plantes spontanées de l'étude sont séchés et 1,5 % sont fermentés. Cependant, 66,9 % des plantes spontanées recensées ne sont soumis à aucun traitement après la récolte (Figure 18).



**Figure 12 :** Mode d'approvisionnement des plantes spontanées



**Figure 13:** Usages des plantes spontanées selon les populations enquêtées

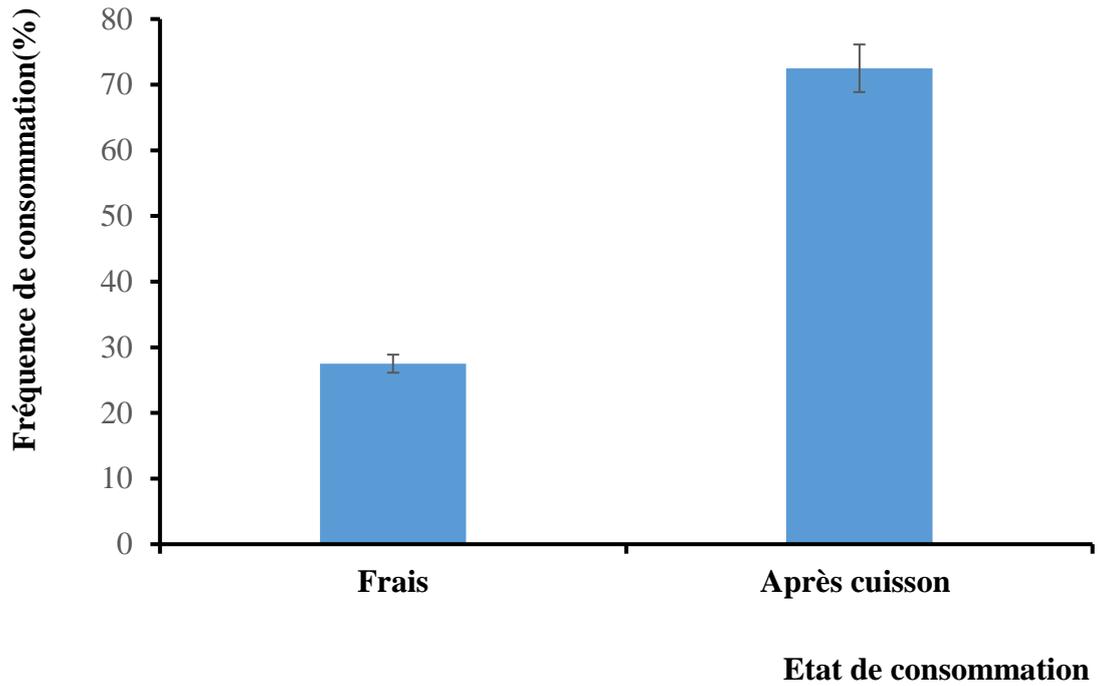


Figure 14 : Etat de consommation des plantes spontanées

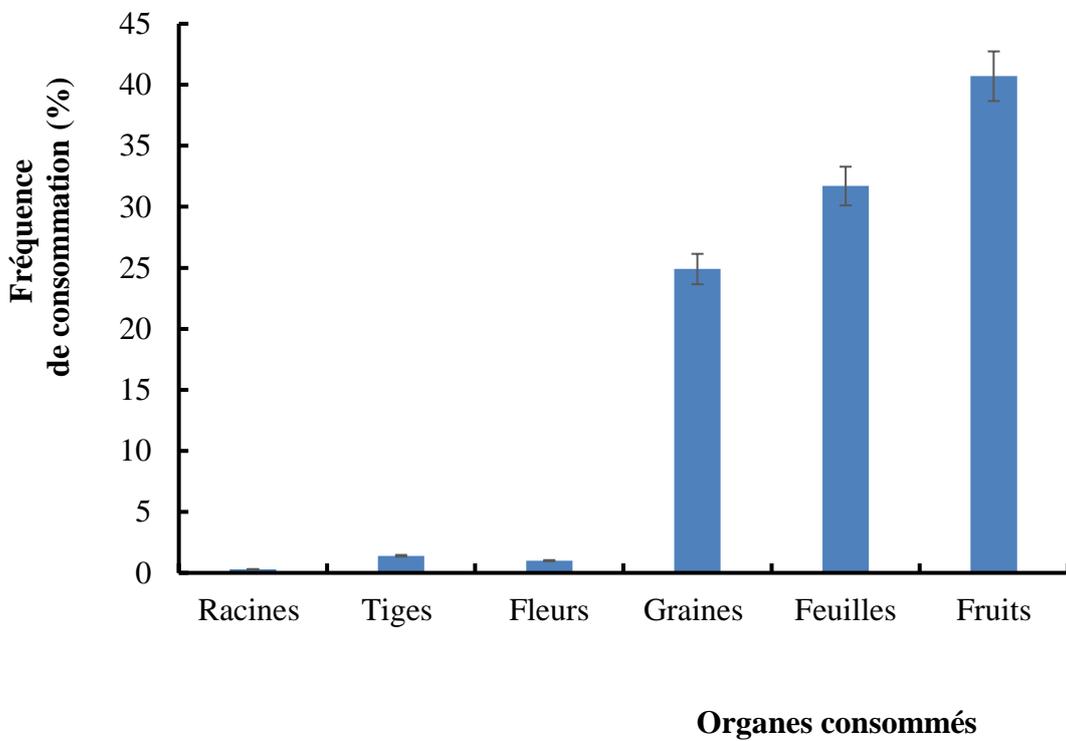


Figure 15 : Organes des plantes spontanées consommés

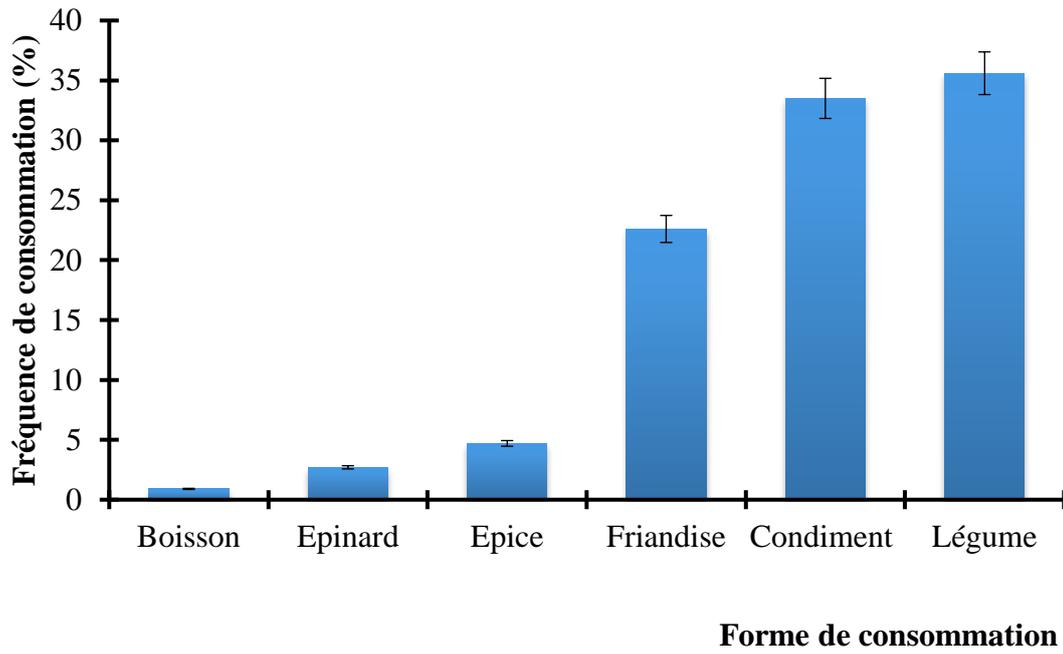


Figure 16 : Formes de consommation des plantes spontanées par la population

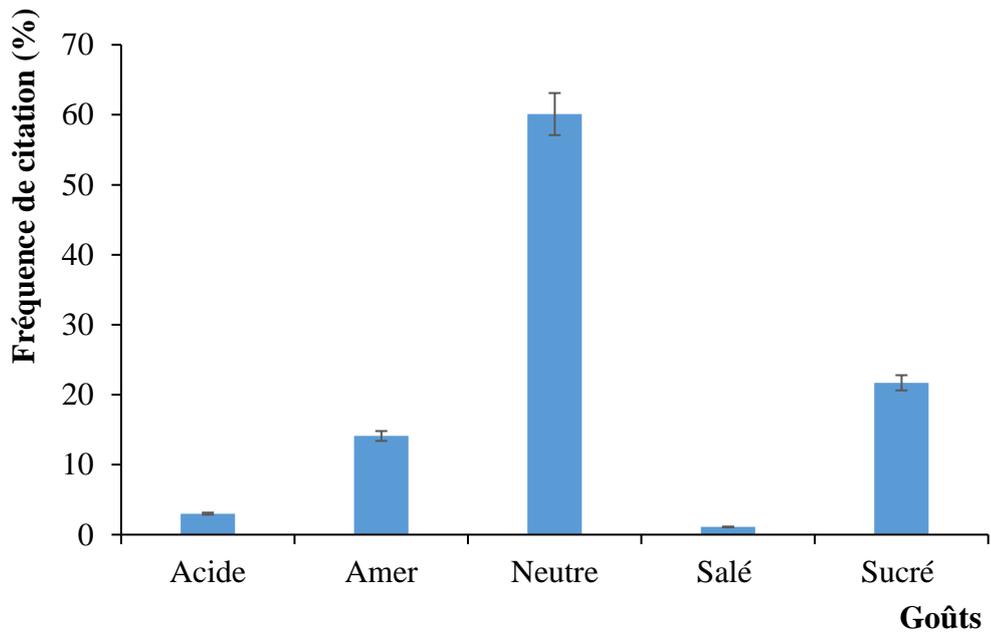
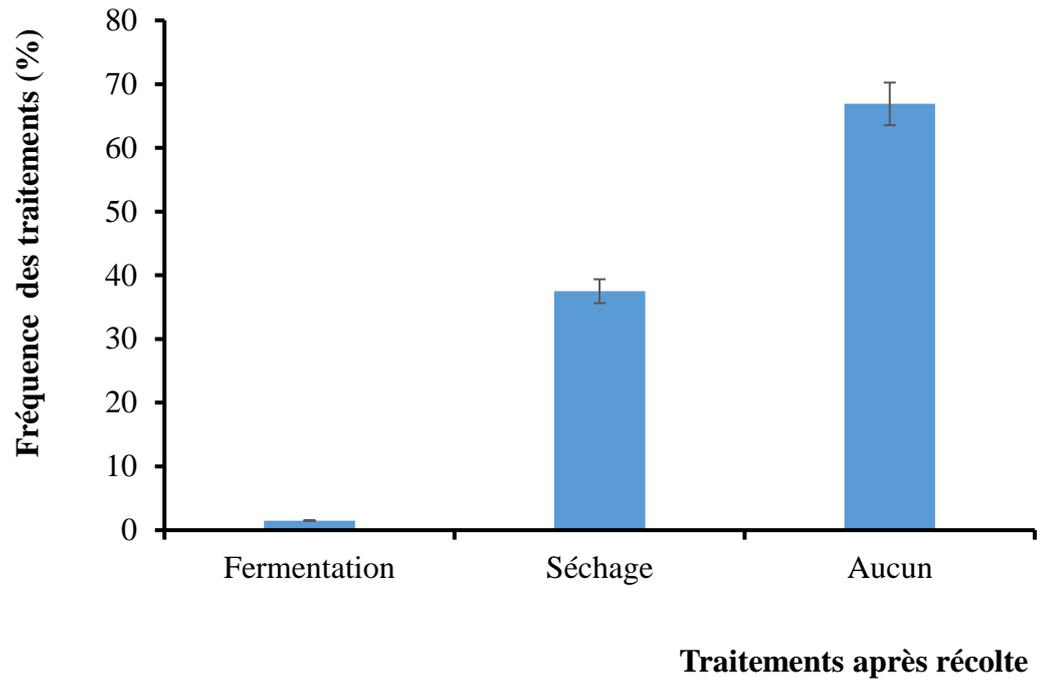


Figure 17 : Perception du goût des aliments issus des plantes spontanées

## RESULTATS ET DISCUSSION



**Figure 18 :** Transformations après récolte des plantes spontanées

## II. Discussion

L'enquête menée auprès de la population du Département d'Agboville sur les plantes spontanées connues pour leur intérêt alimentaire a permis d'enregistrer quelques aspects sociaux et alimentaires de ces plantes. L'enquête a pris en compte les hommes et les femmes provenant de différentes origines et ayant différents niveaux d'instruction, avec un âge minimum de 18 ans et un âge maximum de 90 ans. La moyenne d'âge se situe entre 45 et 49 ans avec une fréquence élevée de 27,75 %. Elle correspond à la classe d'âge ayant la plus forte fréquence, résultat similaire à celui de l'INS (2015) au cours de l'enquête sur le niveau de vie des ménages en Côte d'Ivoire réalisée en 2015. Cette enquête révèle la prépondérance de la classe d'âge 40-49 ans. Le nombre de personnes a varié d'un genre à un autre, d'une provenance ethnique à une autre et d'un niveau d'instruction à un autre. Les hommes ont été plus interrogés que les femmes. Cette variabilité serait due au fait que les hommes ont été plus disponibles que les femmes, car les femmes, le plus souvent, étaient occupées par les tâches ménagères. En ce qui concerne les provenances ethniques, les autochtones, comprenant les différentes ethnies ivoiriennes en provenance d'autres Départements du pays, ont été les plus nombreux avec une fréquence de 51,90 % suivis des autochtones Abbey et Krobou avec une fréquence de 40,30 %, alors que les allogènes n'ont représenté que 7,80 %. Ce taux élevé d'autochtones est dû à la présence d'une zone écologique favorable à la pratique d'agriculture qui attire une forte main d'œuvre (Cris, 2005). Quant au niveau d'instruction, le nombre de personnes ayant un niveau secondaire est majoritaire. Cela pourrait signifier que dans cette partie de la Côte d'Ivoire, une bonne frange de la population a été scolarisée, ce qui est conforme aux travaux de Yéo (2014) qui indiquent que le Département d'Agboville possède le plus faible taux (53,80 %) d'analphabètes âgés de 15 ans et plus en Côte d'Ivoire.

Les populations du Département d'Agboville ont un bon niveau de connaissance des plantes spontanées. Les 96 espèces de plantes spontanées recensées auprès cette population peuvent être réparties en trois groupes. Les plus connues avec une fréquence variant de 100 à 50 % représentent seulement 4,2 % des plantes, les moyennement connues avec une fréquence située entre 50 et 25% qui représentent 6,3% des différentes plantes répertoriées et les faiblement connues avec une fréquence inférieure à 25%. Cette dernière classe représente 89,5 % des plantes citées. Cette classification corrobore les études de Kouamé *et al.* (2008) qui ont également révélé une multitude de plantes dans le Département de Gagnoa réparties en trois classes en fonction du niveau de connaissance.

Selon la FAO (2011), il existe diverses espèces de plantes spontanées d'intérêts

alimentaires. Cependant, très peu sont connues et utilisées. Les études abordant le recensement des plantes spontanées ont été mentionnées par plusieurs auteurs (Adoukonou *et al.*, 2004 ; N'dri, 2010 ; Masinda, 2013). Il existe cependant une grande variété de plantes spontanées qui reste largement sous-exploitée. Cela pourrait s'expliquer par la destruction galopante des forêts au détriment des cultures de rente telles que celles de l'hévéa et de la banane dont la région demeure grande productrice, la transmission orale de la culture alimentaire qui se perd par une vie de plus en plus citadine, la propagande des cultures vivrières au détriment des plantes spontanées, sans oublier l'urbanisation galopante (Mangambu *et al.*, 2012; Dossa *et al.*, 2015). L'urbanisation serait également un facteur de raréfaction des plantes sauvages (Bertrand *et al.*, 2013). Parmi ces aliments spontanés consommés, l'on retrouve des aliments des différents groupes tels que ceux qui sont riches en lipides, en glucides, en vitamines et en sels minéraux (FAO, 2011 ; Kouame *et al.*, 2015). Il faut également signaler que les aliments se répartissent en fonction des grands groupes ethniques d'une part et des nationalités d'autre part. Ainsi, seules quelques espèces sont reconnues à la fois comme aliments par les différentes communautés interrogées. Quoique disposant d'une multitude de variétés alimentaires spontanées, le niveau de consommation de plus de 80 % de ces plantes est très négligeable. Pourtant, il est reconnu l'existence d'une faim cachée malgré cette multitude de plantes spontanées qui sont disponibles et accessibles aux populations (Janin, 2001). Il ressort dès lors que l'aliment est culturel, cependant la raréfaction des ressources voudrait que les populations s'approprient les aliments sauvages qui ne leur étaient pas traditionnellement acceptables.

En outre, les plantes spontanées utilisées à des fins alimentaires par la population enquêtée servent également pour d'autres utilisations telles que la médecine traditionnelle. Dans les pays tropicaux en général et en Afrique sub-saharienne en particulier, l'intérêt des plantes sauvages pour l'alimentation des populations rurales est très largement reconnu (Ambé, 2001; Koni *et Bostoen*, 2008). Il est bien connu que dans la plupart des pays de l'Afrique, ces plantes spontanées sont utilisées en périodes de soudure comme substitut aux protéines végétales (Agbo *et al.*, 2009) et constituent de véritables sources de compléments nutritionnels. Parmi ces espèces, *Ricinodendron heudelotii* communément appelé Akpi est utilisée par la population locale à la fois comme aliment et médicament. En effet, selon la population interrogée, l'écorce de *R. heudelotii* soigne le paludisme (Ouattara, 2006 ; Piba, 2015). Comme aliment, la partie comestible est l'amande enlevée de la coque qui est d'abord séchée au soleil puis grillée à feu doux pour exalter les arômes et enfin écrasée pour en faire une pâte qu'on ajoute aux autres ingrédients au cours de la préparation des sauces. Dans cette même tendance *Solanum americanum*, une des plantes spontanées les plus connues par la population interrogée

est également consommée comme aliment et utilisée comme médicament de la même manière que *R. heudelotii*. Cette espèce de plante selon la population, soigne le paludisme et la fièvre jaune. Dans la partie du Centre de la Côte d'Ivoire, cette plante est beaucoup consommée, et soignerait les maux tels que: les maux de tête, de dents et de ventre. Elle soignerait également la diarrhée et même des perturbations de la prostate (N'dri, 2010). Les décoctions des feuilles de certaines espèces comme *Saba comorensis*, *Terminalia catappa*, *Trema guineensis*, *Vernonia amygdalina Delile*, *Uapaca somon* sont utilisées aussi dans le traitement du paludisme selon les ménages visités.

Ces plantes spontanées sont obtenues par la population interrogée dans la brousse et dans les champs. Dans la plupart des pays de l'Afrique de l'Ouest, bon nombre de personnes s'approvisionnent dans la forêt. Ce constat a été fait par de nombreux auteurs (IUFRO, 2008 ; N'dri et Kouamé 2008 ; FAO/INFOODS, 2014). Ces plantes spontanées se retrouvent aussi sur les marchés ruraux. En effet, ces plantes constituent une source de revenus pour de nombreux ménages. Selon Yavo *et al.* (2002), les plantes spontanées constituent des éléments importants de l'économie de nombreux ménages.

D'une manière générale, l'utilisation de ces plantes est liée à leur richesse en substances nutritives (protéines, éléments minéraux, etc). La valeur nutritionnelle des plantes spontanées est donc un argument pour leur valorisation ( Itumba, 2014). Les espèces les plus connues sont les espèces *Ricinodendron heudelotii* (graines), *Solanum distichum* (fruits), *Myrianthus arboreus* (feuilles), *Irvingia gabonensis* (graines), *Elaeis guineensis* (fruits). Ces résultats corroborent ceux de Kouamé *et al.* (2008 et 2015) dont les études ont porté sur les plantes spontanées consommées au Centre Ouest de la Côte d'Ivoire. Parmi les sept espèces qui étaient bien connues et consommées étaient *Beilschmiedia mannii* (graines), *Irvingia gabonensis* (graines), *Myrianthus arboreus* (feuilles), *Treculia africana* (fruits), *Ricinodendron heudelotii* (graines), *Strombosia pustulata* (graines) et *Sesamum indicum* (graines). Selon N'guessan *et al.* (2009), les parties les plus consommées des plantes spontanées sont les fruits et les feuilles.

Il est bien établi que les différents organes des plantes spontanées consommés sont les fruits, les feuilles, les graines et les racines. La plupart sont cuits avant consommation. Cependant, les fruits sont généralement consommés crus. En effet, les feuilles et les graines sont utilisées en grande partie pour la confection des sauces. En outre, certains organes subissent d'autres traitements tels que le séchage, la congélation et la fermentation avant d'être utilisés comme aliments (Savadogo, 2006; Aboubakar, 2009; Albitar, 2010). L'étude relative au mode de consommation des plantes spontanées a révélé que la cuisson est tributaire sur la

consommation des fruits. En effet, les feuilles sont des organes présents sur les plantes presque tout au long de l'année, ce qui les rend disponibles à toute période. Elles rentrent dans la confection des repas familiaux ; le plus souvent, elles servent de base à la confection des sauces, des ragoûts et des condiments. La préparation la plus courante consiste à faire bouillir les feuilles fraîches pour la confection des sauces. De même, une autre possibilité est de les faire sécher et de les réduire en poudre. D'autres usages des plantes spontanées rapportés par Vroh *et al.* (2014) concernent le traitement de diverses maladies, la consommation dans le domaine de l'artisanat et le bois d'oeuvre. De même Mulungulungu et Badibanga (2015) signalent les propriétés antidiabétiques des extraits d'*Hibiscus sabdariffa*.

Pour ce qui est de la forme de consommation des plantes spontanées dans la localité d'étude, il convient de mentionner que ces plantes sont consommées le plus souvent sous forme de légume, condiment, friandise et sous forme d'épice selon les ménages. En effet chaque ménage a sa stratégie de consommation de ces différents organes des plantes comme l'a montré Kouamé (2000). L'appréciation du goût par les enquêtés a révélé la présence d'aliments acides, salés, sucrés et amers. Par ailleurs, une part considérable des aliments a été appréciée comme ayant un goût neutre. L'enquête ayant révélé la prépondérance des fruits, il est logique que le goût sucré conféré généralement aux fruits soit détecté par les enquêtés. Le goût amer pourrait être attribué à plusieurs feuilles mais également à certains fruits. Quant au goût salé, il serait dû aux transformations que subissent certains aliments en vue de leur conservation. Plusieurs aliments pouvaient être consommés crus sur place sans traitement. Toutefois, les feuilles qui sont les denrées qui entrent dans la plupart des préparations culinaires devaient être cuites avant d'être consommées.

### III. Conclusion partielle

Sur le plan ethnobotanique, les investigations menées dans le Département d'Agboville ont permis de répertorier 96 plantes spontanées entrant dans l'alimentation. Ces plantes sont réparties en 87 genres et 48 familles parmi lesquelles les Malvaceae, les Fabaceae, les Arecaceae, les Lamiaceae et les Solanaceae sont les plus représentées. Ces plantes appartiennent à différents types morphologiques que sont les arbres, les arbustes, les herbes et les lianes. Les arbres sont les plus représentés avec 44 espèces soit 44,83 % des types morphologiques cités. Cette étude nous a conduit à interroger 400 personnes et ménages qui ont partagé leurs connaissances en relation avec l'utilisation alimentaire des plantes spontanées. Cette population est constituée d'autochtones (40,30 %), d'allochtones (51,90 %) et d'allogènes (7,80 %) ; les allochtones étant les plus représentés. Cette population est également constituée de 92 % de nationaux et de 8 % de non nationaux, avec un niveau d'instruction secondaire prépondérant. Les enquêtés ont majoritairement localisé ces plantes dans les jachères et les champs. Les fruits (41,70 %), les feuilles (32,20 %) et les graines (25,40 %) restent les parties des plantes spontanées les plus utilisées dans l'alimentation. Ces organes sont utilisés à des fins alimentaires par la population enquêtée en dépit de quelques utilisations dans la médecine traditionnelle. Après la récolte, le séchage est le traitement principal subi par les aliments en vue de leur conservation, surtout lorsque ces denrées devaient être consommées plus tard. La cuisson reste le mode de traitement de la majeure partie des aliments avant leur consommation notamment, pour ceux qui entrent dans les préparations culinaires. Les plantes spontanées sont consommées sous la forme de légumes, condiments et de friandises dans la zone d'étude. En tout état de cause, en tenant compte de l'intérêt alimentaire accordé par les populations du Département d'Agboville aux plantes spontanées étudiées, il paraît judicieux de connaître leurs potentialités nutritives.

## Chapitre II : CARACTÉRISATION BIOCHIMIQUE DES FEUILLES APRES CUISSON A L'EAU

### I-Résultats

#### I.1. Composition biochimique et minérale des feuilles cuites

Les propriétés biochimiques des différentes feuilles ont été déterminées après différents temps de cuisson (Tableau VI). Les teneurs en cendres des feuilles diminuent pour toutes les espèces avec l'augmentation du temps de cuisson, alors que le taux d'humidité augmente avec le temps de cuisson. Les taux de protéines baissent légèrement avec la cuisson mais, la durée n'impacte pas les teneurs en protéines de *Justicia galeopsis*, de *Sesamum radiatum* et de *Myrianthus arboreus*. Pour les taux de lipides, ceux-ci augmentent dans les feuilles de *J. galeopsis* jusqu'à 20 min de cuisson. Dans les feuilles de *S. radiatum*, *S. americanum* et *M. arboreus*, ces taux augmentent jusqu'à 15 min de cuisson puis restent constants entre 15 et 20 min. Les glucides varient diversement dans les organes étudiés. Ils diminuent et restent constants au cours de la cuisson chez *M. arboreus*, restent constants jusqu'à 15 min au cours desquelles le taux augmente chez *S. radiatum*, baissent puis restent constant après 10 min et enfin chez *S. americanum*, le taux diminue jusqu'à 10 minutes de cuisson puis reste constant après cette durée. Les taux de cendres les plus élevés sont observés chez *J. galeopsis*. Quant à *S. radiatum* il renferme les taux les plus élevés de glucides totaux. Les taux de cendres varient de  $13,47 \pm 0,05$  à  $7,39 \pm 0,02$  respectivement pour *J. galeopsis* et *S. americanum*. Les taux de lipides de  $2,60 \pm 0,02$  chez *M. arboreus* à  $1,18 \pm 0,01$  chez *S. americanum*, puis les fibres de  $57,29 \pm 0,02$  chez *M. arboreus* à  $42,09 \pm 0,14$  chez *S. americanum*. Pour ce qui concerne les fibres, elles augmentent au niveau de toutes les espèces avec la durée de cuisson. *Myrianthus arboreus* renferme plus de fibres tandis que *S. radiatum* en contient le moins avec respectivement  $57,29 \pm 0,02$  % et  $46,44 \pm 0,02$  %. La plus forte augmentation des fibres au cours de la cuisson est observée chez *S. americanum* alors que *S. radiatum* subit une très faible variation pendant la cuisson. On observe respectivement le passage de  $42,09 \pm 0,14$  % à  $53,75 \pm 0,07$  % et de  $45,93 \pm 0,13$  % à  $46,44 \pm 0,02$ %. Au total, au cours de la cuisson, les pertes les plus grandes observées se trouvent au niveau des cendres. *Solanum americanum* perd autour de 40 % de son taux de cendres après 20 min de cuisson contre 27 % pour *J. galeopsis*, 20 % pour *S. radiatum* et *M. arboreus*. Les feuilles de *M. arboreus* présentent les meilleures teneurs en lipides et fibres, celles de *J. galeopsis* en cendres avec des valeurs respectives de  $2,59 \pm 0,01$ ;  $57,29 \pm 0,02$  et  $9,78 \pm 0,05$  % de MS. Quant aux protéines, *S. americanum* présente la meilleure teneur qui est de  $30,27 \pm 0,04$  %. Les glucides sont plus élevés dans les feuilles de

*S. radiatum* ( $26,44 \pm 0,03$ ) et plus faible dans celles de *S. americanum* ( $7,18 \pm 0,08$  % de MS).

La composition minérale des différentes feuilles au cours de la cuisson varie d'une plante à l'autre ainsi que d'un temps de cuisson à l'autre (Tableau VII). De façon générale, la cuisson à l'eau fait chuter la composition en minéraux des différentes feuilles étudiées. Cette baisse est d'autant plus importante que la durée de cuisson augmente. Cependant, les pertes enregistrées à 10 min de cuisson sont globalement très faibles. Les minéraux majeurs dans ces quatre légumes sont le calcium et le potassium, viennent ensuite le phosphore et le magnésium. *Sesamum radiatum* contient plus de potassium, de fer et de zinc avec des taux respectifs à l'état frais de  $2433,88 \pm 1,03$  mg/100 g,  $36,03 \pm 0,14$  mg/100 g et  $25,61 \pm 0,21$  mg/100 g. *Myrianthus arboreus* renferme le plus fort taux de magnésium. Ce taux qui est de  $450,56 \pm 1,78$  mg/100 g avant la cuisson chute à  $208,33 \pm 0,64$  mg/100g après 20 min de cuisson. Quant à *J. galeopsis*, il cumule les plus forts taux de calcium et de cuivre qui sont respectivement  $1348,78 \pm 1,27$  mg/100 g et  $24,77 \pm 0,20$  mg/100 g, lorsque *S. americanum* contient le plus fort taux de sodium qui est de  $45,07 \pm 0,80$  mg/100 g. Après 20 min de cuisson, *S. americanum* renferme les taux les plus élevés de phosphore et *S. radiatum* plus de fer alors que *M. arboreus* conserve globalement mieux la majorité des minéraux.

RESULTATS ET DISCUSSION

**Tableau VI:** Propriétés biochimiques et valeur énergétique des feuilles à différents temps de cuisson à l'eau à 100 °C

| Espèces et durées de cuisson (min) | Humidité (%MS)             | Glucides (%MS)          | Fibres (%MS)              | Protéines (%MS)          | Lipides (%MS)            | Cendres (%MS)           | Valeur énergétique ( kcal/100g) |
|------------------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| <i>Myrianthus arboreus</i>         |                            |                         |                           |                          |                          |                         |                                 |
| 0 min                              | 86,89 ± 0,11 <sup>a</sup>  | 18,45±0,18 <sup>f</sup> | 51,78±0,3 <sup>h</sup>    | 18,42±0,03 <sup>b</sup>  | 1,35± 0,04 <sup>cd</sup> | 10± 0,03 <sup>g</sup>   | 122,11±0,07 <sup>f</sup>        |
| 10 min                             | 91,21 ± 0,04 <sup>de</sup> | 14,42±0,28 <sup>d</sup> | 56,58±0,43 <sup>k</sup>   | 18,08±0,01 <sup>a</sup>  | 2,48± 0,03 <sup>i</sup>  | 8,43±0,09 <sup>c</sup>  | 116,39±0,05 <sup>c</sup>        |
| 15 min                             | 91,64 ± 0,09 <sup>g</sup>  | 14,23±0,07 <sup>d</sup> | 57,10±0,10 <sup>kl</sup>  | 18,06±0,02 <sup>a</sup>  | 2,59±0,02 <sup>j</sup>   | 8,11±0,03 <sup>b</sup>  | 116,21±0,06 <sup>c</sup>        |
| 20 min                             | 91,87 ± 0,10 <sup>h</sup>  | 14,17±0,03 <sup>d</sup> | 57,29± 0,03 <sup>l</sup>  | 18,01±0,01 <sup>a</sup>  | 2,60± 0,02 <sup>j</sup>  | 8,04±0,03 <sup>b</sup>  | 114,96±0,01 <sup>d</sup>        |
| <i>Sesamum radiatum</i>            |                            |                         |                           |                          |                          |                         |                                 |
| 0 min                              | 91,43 ± 0,15 <sup>f</sup>  | 25,16±0,15 <sup>h</sup> | 45,93± 0,22 <sup>c</sup>  | 18,39±0,01 <sup>b</sup>  | 1,28± 0,03 <sup>b</sup>  | 9,24±0,09 <sup>e</sup>  | 147,89±0,13 <sup>i</sup>        |
| 10 min                             | 94,34 ± 0,10 <sup>j</sup>  | 25,14±0,14 <sup>h</sup> | 46,18± 0,02 <sup>cd</sup> | 18,13±0,01 <sup>a</sup>  | 1,72± 0,08 <sup>e</sup>  | 8,69±0,12 <sup>d</sup>  | 148,86±0,09 <sup>ij</sup>       |
| 15 min                             | 94,57 ± 0,06 <sup>k</sup>  | 25,08±0,21 <sup>h</sup> | 46,61± 0,23 <sup>d</sup>  | 18,03±0,01 <sup>a</sup>  | 1,87± 0,04 <sup>f</sup>  | 8,41±0,14 <sup>c</sup>  | 149,14±0,10 <sup>j</sup>        |
| 20 min                             | 95,43 ± 0,09 <sup>l</sup>  | 24,44±0,03 <sup>i</sup> | 46,64±0,04 <sup>d</sup>   | 17,90±0,01 <sup>a</sup>  | 1,86± 0,02 <sup>f</sup>  | 7,46± 0,07 <sup>a</sup> | 150,81±0,04 <sup>jk</sup>       |
| <i>Justicia galeopsis</i>          |                            |                         |                           |                          |                          |                         |                                 |
| 0 min                              | 90,32 ± 0,07 <sup>a</sup>  | 13,54±0,30 <sup>c</sup> | 48,04± 0,53 <sup>e</sup>  | 23,62±0,01 <sup>d</sup>  | 1,33± 0,05 <sup>bc</sup> | 13,47±0,08 <sup>k</sup> | 118,43±0,08 <sup>d</sup>        |
| 10 min                             | 91,35 ± 0,14 <sup>ef</sup> | 14,27±0,32 <sup>g</sup> | 48,09± 0,64 <sup>b</sup>  | 23,12±0,02 <sup>c</sup>  | 1,74± 0,02 <sup>e</sup>  | 10,78±0,08 <sup>i</sup> | 119,75±0,06 <sup>c</sup>        |
| 15 min                             | 91,77 ± 0,03 <sup>gh</sup> | 15,35±0,14 <sup>e</sup> | 48,96± 0,26 <sup>f</sup>  | 23,01±0,01 <sup>c</sup>  | 1,88± 0,03 <sup>f</sup>  | 10,40±0,02 <sup>h</sup> | 128,08±0,04 <sup>g</sup>        |
| 20 min                             | 92,08 ± 0,03 <sup>i</sup>  | 15,79±0,34 <sup>e</sup> | 50,00± 0,62 <sup>g</sup>  | 22,87±0,01 <sup>c</sup>  | 1,96± 0,05 <sup>g</sup>  | 9,78±0,09 <sup>f</sup>  | 128,17±0,04 <sup>g</sup>        |
| <i>Solanum americanum</i>          |                            |                         |                           |                          |                          |                         |                                 |
| 0 min                              | 89,37± 0,1 <sup>b</sup>    | 13,08±0,25 <sup>c</sup> | 42,09± 0,25 <sup>a</sup>  | 31,29±0,34 <sup>g</sup>  | 1,18±0,03 <sup>a</sup>   | 12,36±0,14 <sup>j</sup> | 134,20±0,15 <sup>h</sup>        |
| 10 min                             | 91,09± 0,06 <sup>d</sup>   | 8,61±0,21 <sup>a</sup>  | 54,41± 0,4 <sup>j</sup>   | 30,59±0,01 <sup>f</sup>  | 1,33±0,03 <sup>bc</sup>  | 8,06± 0,09 <sup>b</sup> | 118,81±0,09 <sup>d</sup>        |
| 15 min                             | 91,73±0,09 <sup>gh</sup>   | 7,31±0,11 <sup>b</sup>  | 53,41± 0,17 <sup>i</sup>  | 30,48±0,01 <sup>ef</sup> | 1,37±0,02 <sup>cd</sup>  | 7,44±0,15 <sup>a</sup>  | 111,94±0,10 <sup>a</sup>        |
| 20 min                             | 92,10±0,06 <sup>i</sup>    | 7,18±0,08 <sup>b</sup>  | 53,75± 0,12 <sup>i</sup>  | 30,27±0,04 <sup>e</sup>  | 1,41±0,04 <sup>d</sup>   | 7,39±0,04 <sup>a</sup>  | 111,28±0,11 <sup>a</sup>        |

**Moyennes et écart-types n=3. Les moyennes de la même colonne ayant des exposants différents sont significativement différentes (P<0,05) selon le test de Duncan.** 0 min correspond à la matière fraîche, 10 min correspond à 10 minutes de cuisson, 15 min correspond à 15 minutes de cuisson et 20 min correspond à 20 minutes de cuisson.

RESULTATS ET DISCUSSION

**Tableau VII :** Composition minérale (mg/100 g de MS) des feuilles à différents temps de cuisson à l'eau à 100° C

| Espèces et durées de cuisson      | Na                      | Mg                       | P                        | K                          | Ca                        | Fe                      | Cu                      | Zn                      |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b><i>Myrianthus arboreus</i></b> |                         |                          |                          |                            |                           |                         |                         |                         |
| 0 min                             | 17,09±0,84 <sup>k</sup> | 495,78±2,65 <sup>p</sup> | 261,68±0,05 <sup>i</sup> | 1804,52±2,38 <sup>m</sup>  | 1141,20±0,42 <sup>m</sup> | 7,00±0,07 <sup>l</sup>  | 20,39±0,17 <sup>l</sup> | 12,93±0,07 <sup>i</sup> |
| 10 min                            | 4,30±2,57 <sup>c</sup>  | 395,78±2,65 <sup>n</sup> | 260,75±0,87 <sup>h</sup> | 1560,38±0,48 <sup>k</sup>  | 1129,76±0,61 <sup>l</sup> | 6,99±0,13 <sup>g</sup>  | 18,39±0,07 <sup>k</sup> | 9,61±0,08 <sup>g</sup>  |
| 15 min                            | 3,02±0,05 <sup>b</sup>  | 242,03±0,37 <sup>l</sup> | 240,52±1,30 <sup>g</sup> | 1307,01±1,16 <sup>i</sup>  | 1022,23±1,30 <sup>i</sup> | 6,00±0,07 <sup>c</sup>  | 9,00±0,04 <sup>e</sup>  | 5,68±0,04 <sup>e</sup>  |
| 20 min                            | 1,00±0,06 <sup>a</sup>  | 208,33±0,64 <sup>k</sup> | 228,10±2,35 <sup>d</sup> | 1272,96±3,32 <sup>h</sup>  | 1005,34±2,50 <sup>h</sup> | 3,15±0,01 <sup>a</sup>  | 8,32±0,34 <sup>c</sup>  | 3,59±0,06 <sup>c</sup>  |
| <b><i>Sesamum radiatum</i></b>    |                         |                          |                          |                            |                           |                         |                         |                         |
| 0 min                             | 13,90±0,30 <sup>h</sup> | 175,55±1,61 <sup>g</sup> | 479,50±1,48 <sup>p</sup> | 2433,88±1,03 <sup>p</sup>  | 1186,81±0,60 <sup>n</sup> | 36,03±0,14 <sup>o</sup> | 10,92±0,09 <sup>g</sup> | 25,61±0,21 <sup>k</sup> |
| 10 min                            | 12,71±2,86 <sup>g</sup> | 151,27±4,83 <sup>d</sup> | 468,51±3,45 <sup>o</sup> | 1579,48±2,04 <sup>l</sup>  | 1029,86±2,48 <sup>j</sup> | 31,34±1,30 <sup>n</sup> | 8,62±0,41 <sup>d</sup>  | 10,32±0,27 <sup>h</sup> |
| 15 min                            | 10,55±2,71 <sup>f</sup> | 124,28±9,29 <sup>b</sup> | 382,53±2,71 <sup>k</sup> | 1317,88±2,27 <sup>j</sup>  | 987,99±2,28 <sup>g</sup>  | 29,15±0,69 <sup>m</sup> | 8,29±0,33 <sup>c</sup>  | 4,46±0,04 <sup>d</sup>  |
| 20 min                            | 6,87±2,21 <sup>d</sup>  | 105,73±7,18 <sup>a</sup> | 211,05±3,22 <sup>b</sup> | 1038,27±15,78 <sup>d</sup> | 721,44±1,56 <sup>e</sup>  | 11,50±0,73 <sup>j</sup> | 6,45±0,96 <sup>b</sup>  | 1,26±1,26 <sup>a</sup>  |
| <b><i>Justicia galeopsis</i></b>  |                         |                          |                          |                            |                           |                         |                         |                         |
| 0 min                             | 17,81±0,50 <sup>l</sup> | 194,89±2,22 <sup>i</sup> | 236,26±0,41 <sup>f</sup> | 1978,2±0,80 <sup>n</sup>   | 1348,78±1,27 <sup>o</sup> | 8,19±0,11 <sup>f</sup>  | 24,77±0,20 <sup>m</sup> | 6,02±0,10 <sup>e</sup>  |
| 10 min                            | 16,95±0,92 <sup>j</sup> | 176,89±0,40 <sup>h</sup> | 229,97±2,63 <sup>e</sup> | 1056,80±3,65 <sup>e</sup>  | 1186,83±1,07 <sup>n</sup> | 8,06±0,85 <sup>e</sup>  | 19,69±0,88 <sup>j</sup> | 4,45±,98 <sup>d</sup>   |
| 15 min                            | 16,70±2,13 <sup>j</sup> | 164,58±1,21 <sup>f</sup> | 218,15±2,32 <sup>c</sup> | 455,23±2,23 <sup>b</sup>   | 1040,22±2,95 <sup>k</sup> | 7,90±0,05 <sup>d</sup>  | 17,64±0,63 <sup>i</sup> | 3,52±0,08 <sup>c</sup>  |
| 20 min                            | 12,66±1,60 <sup>g</sup> | 145,36±2,66 <sup>c</sup> | 189,63±3,04 <sup>a</sup> | 385,50±2,36 <sup>a</sup>   | 910,05±3,29 <sup>f</sup>  | 6,83±0,07 <sup>b</sup>  | 2,59±0,09 <sup>a</sup>  | 2,27±0,27 <sup>b</sup>  |
| <b><i>Solanum americanum</i></b>  |                         |                          |                          |                            |                           |                         |                         |                         |
| 0 min                             | 45,07±0,80 <sup>m</sup> | 423,27±1,10 <sup>o</sup> | 432,58±0,46 <sup>n</sup> | 2337,94±1,33 <sup>o</sup>  | 608,68±1,24 <sup>d</sup>  | 12,43±0,01 <sup>k</sup> | 17,66±0,05 <sup>i</sup> | 18,88±0,24 <sup>j</sup> |
| 10 min                            | 15,09±1,16 <sup>i</sup> | 305,02±8,87 <sup>m</sup> | 403,47±1,25 <sup>m</sup> | 1132,84±3,12 <sup>g</sup>  | 591,03±2,43 <sup>c</sup>  | 10,43±0,72 <sup>i</sup> | 15,09±0,38 <sup>h</sup> | 10,29±0,29 <sup>h</sup> |
| 15 min                            | 12,86±,035 <sup>g</sup> | 207,87±7,78 <sup>j</sup> | 388,47±5,67 <sup>l</sup> | 1124,12±2,71 <sup>f</sup>  | 545,19±3,64 <sup>b</sup>  | 9,46±0,13 <sup>h</sup>  | 10,00±0,05 <sup>f</sup> | 6,24±0,24 <sup>f</sup>  |
| 20 min                            | 9,52±1,29 <sup>e</sup>  | 155,52±7,78 <sup>e</sup> | 374,36±4,05 <sup>j</sup> | 834,74±1,89 <sup>c</sup>   | 355,19±1,52 <sup>a</sup>  | 7,03±1,67 <sup>c</sup>  | 6,30±0,19 <sup>b</sup>  | 2,21±0,24 <sup>b</sup>  |

Moyennes et écart-types n=3. Les moyennes de la même colonne ayant des exposants différents sont significativement différentes (P<0,05) selon le test de Duncan. 0 min correspond à la matière fraîche, 10 min correspond à 10 minutes de cuisson, 15 min correspond à 15 minutes de cuisson et 20 min correspond à 20 minutes de cuisson.

## I.2. Composition nutritionnelle et activité antioxydante

Les teneurs en flavonoïdes des différentes feuilles ont varié au cours de la cuisson à l'eau (Figure 19). Ces teneurs baissent significativement au seuil de 5 % de manière générale en fonction de la durée de cuisson. Avant cuisson, ces teneurs se situent entre 28 et 45 mg/100 g de matière sèche (MS). Entre 10 et 15 min, les pertes en flavonoïdes enregistrées sont toutes inférieures à 50 % excepté pour *S. americanum* pour lequel les pertes excèdent les 50 % et est donc la feuille ayant subi plus de pertes après les 20 min de cuisson. La perte la plus faible est enregistrée dans les feuilles *M. arboreus*. A l'état frais, *S. radiatum* est l'espèce qui contient plus de flavonoïdes alors que *J. galeopsis* en contient moins que les autres.

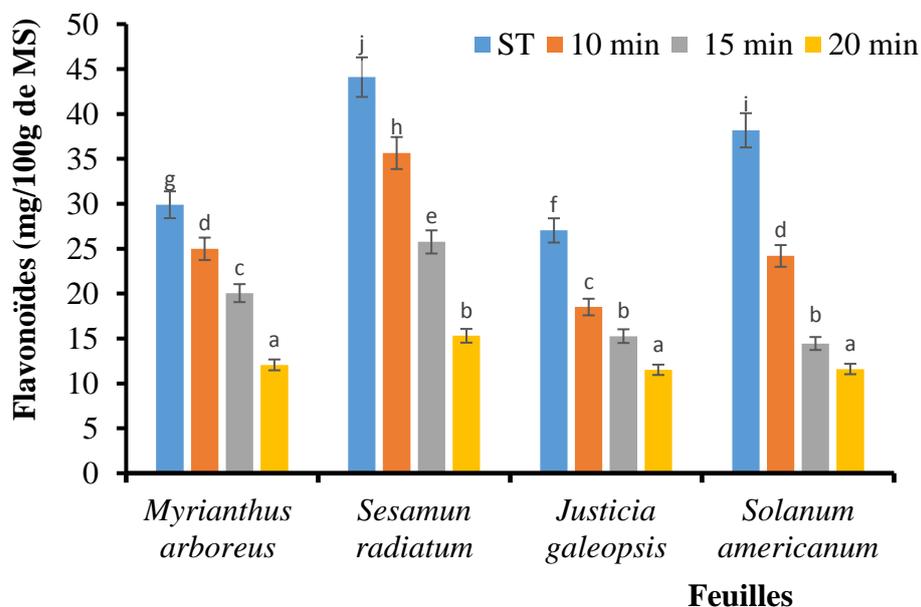
Les teneurs en polyphénols des différentes feuilles au cours de la cuisson à l'eau ont subi des variations (Figure 20). Ces teneurs baissent significativement au seuil de 5 % de manière générale en fonction de la durée de cuisson. Avant cuisson, ces teneurs se situent entre 212 et 296 mg/100 g de matière fraîche (MF) pour respectivement *J. galeopsis* et *S. radiatum*. Après 10 min de cuisson à l'eau, *M. arboreus* enregistre la plus forte perte en polyphénols et après 20 min, c'est *S. americanum* qui enregistre la plus forte perte quand *J. galeopsis* demeure la feuille qui subit le moins de perte durant la cuisson.

Les teneurs en caroténoïdes varient dans les différentes feuilles au cours de la cuisson à l'eau (Figure 21). Ces teneurs baissent significativement au seuil de 5 % brusquement et fortement de manière générale en fonction du temps de cuisson. Avant cuisson, les teneurs en caroténoïdes sont respectivement comprises entre 1,67 et 4,25 mg/100 g de MF pour *M. arboreus* et *S. radiatum*. A 10 min de cuisson, une perte significative (5 %) en caroténoïdes de 87,53 et 92,30 % est observée respectivement chez *M. arboreus* et *S. americanum*. Après 20 min de cuisson, seul *M. arboreus* contient encore 6,11 % de caroténoïdes alors que les trois autres n'en contiennent pratiquement plus.

Les teneurs en vitamine C des différentes feuilles au cours de la cuisson à l'eau sont représentées sur la figure 22. Ces teneurs baissent significativement au seuil de 5 % en fonction de la durée de cuisson. Avant cuisson, les teneurs en vitamine C sont comprises respectivement entre 34 et 49 mg/100 g de MF. *Solanum americanum* détient le plus fort taux de vitamine C à l'état frais et *Sesamum radiatum* le plus faible taux. Après 10 min de cuisson, les pertes en vitamine C sont nettement supérieures à 50 % pour toutes les feuilles. Après 20 min de cuisson, *S. radiatum* en contient 9,64 %, *S. americanum* et *J. galeopsis* en contiennent environ 7 %, pendant que *M. arboreus* contient le plus faible taux (1,25 %).

Les activités antioxydantes des feuilles cuites à l'eau sont présentées sur la figure 23.

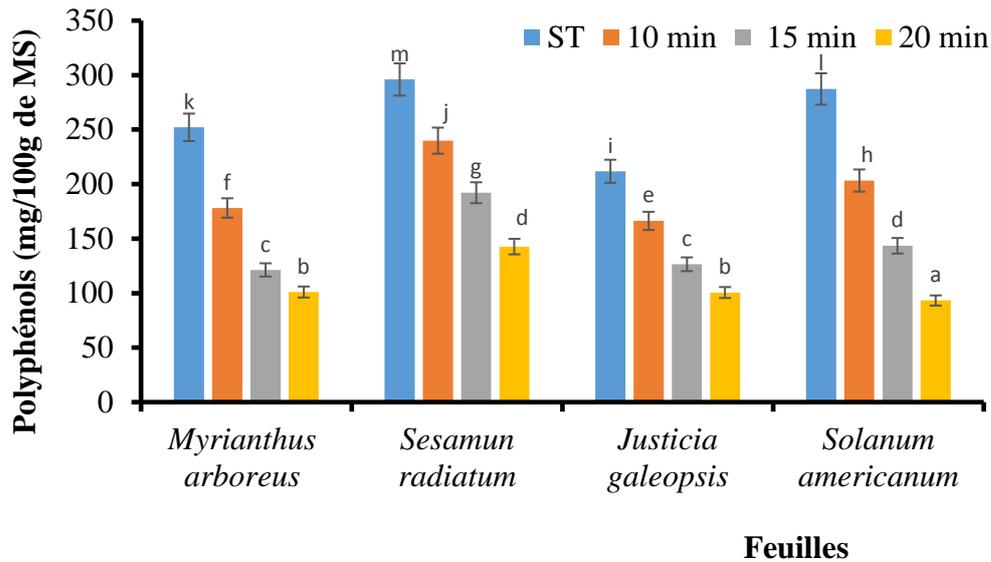
En comparaison avec les feuilles fraîches, ces activités se situent entre 40,24 et 80,94 %, entre 47,94 et 82,17 %, entre 39,85 et 72,10 %, puis entre 46,82 et 80,24 % respectivement pour *M. arboreus*, *S. radiatum*, *J. galeopsis* et *S. americanum*. La figure 22 montre que quelque soit la feuille, l'activité antioxydante décroît en fonction du temps de cuisson. A 10 min de cuisson, les baisses d'activité observées sont respectivement de l'ordre 21, 13, 18 et 15 %, pour *M. arboreus*, *S. radiatum*, *J. galeopsis* et *S. americanum*. Ces pertes passent dans le même ordre après 20 min de cuisson à l'eau à 50,32 ; 41,66 ; 44,73 et 42,15 %. Les feuilles de *M. arboreus* ont la plus forte perte d'activité antioxydante alors que celles de *S. radiatum* et *S. americanum* ont les plus faibles pertes. Globalement, seules les feuilles de *M. arboreus* présentent des pertes supérieures à 50 %.



Les lettres a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p et q sont des moyennes de trois essais rangées par ordre croissant avec une différence statistique à 95 %.

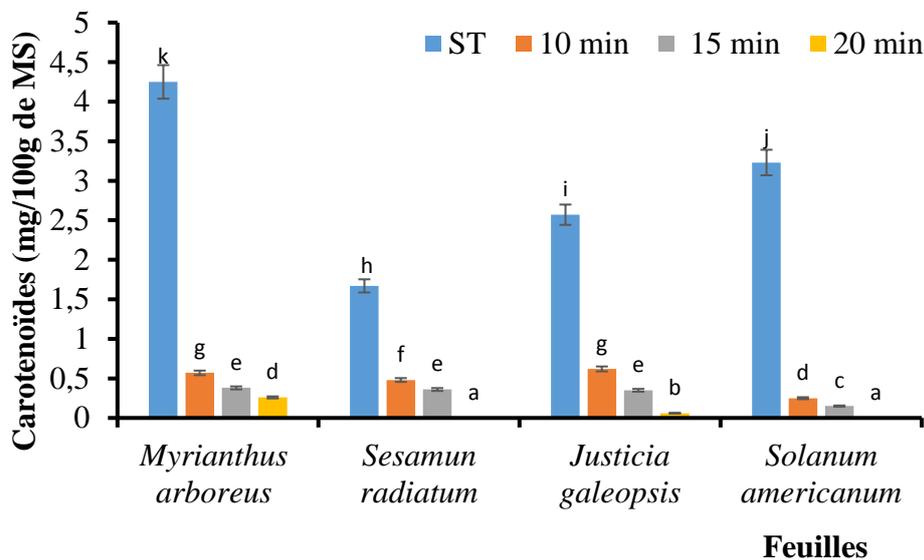
**Figure 19** : Evolution des teneurs en flavonoïdes des feuilles au cours de la cuisson à l'eau  
ST: Sans Traitement

## RESULTATS ET DISCUSSION



Les lettres a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p et q, sont des moyennes de trois essais rangées par ordre croissant avec une différence statistique à 95 %.

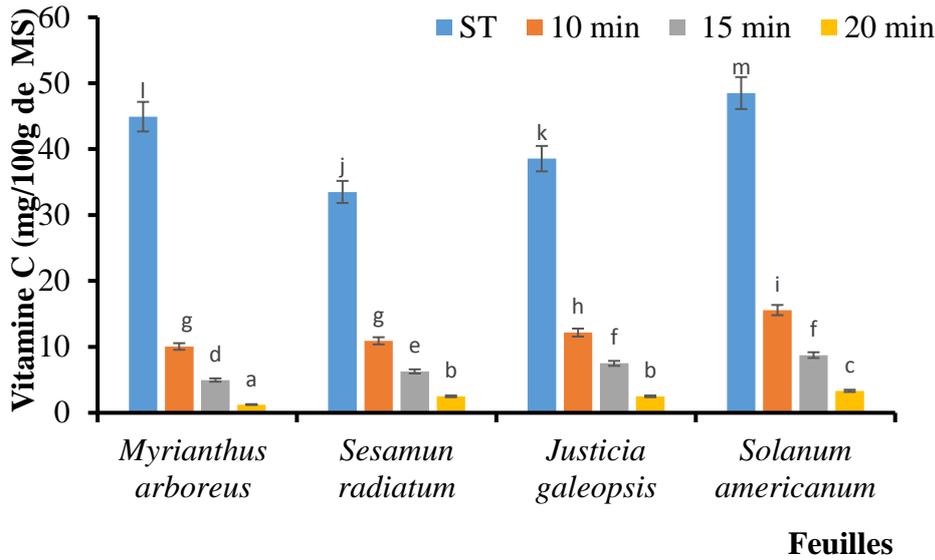
**Figure 20 :** Evolution des teneurs en polyphénols des feuilles au cours de la cuisson à l'eau  
ST: Sans Traitement



Les lettres a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p et q, sont des moyennes de trois essais rangées par ordre croissant avec une différence statistique à 95 %.

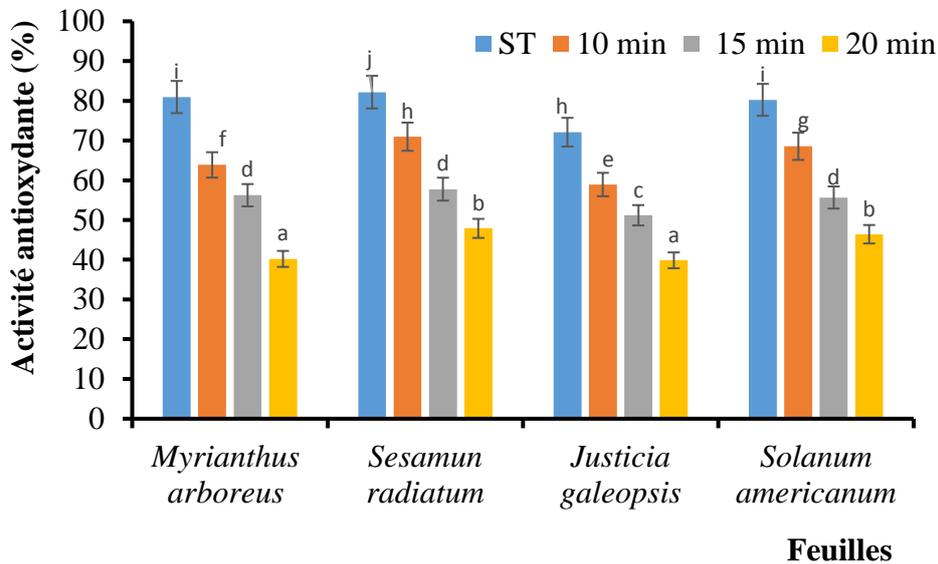
**Figure 21 :** Evolution des teneurs en caroténoïdes des feuilles au cours de la cuisson à l'eau  
ST: Sans Traitement

RESULTATS ET DISCUSSION



Les lettres a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p et q sont des moyennes de trois essais rangées par ordre croissant avec une différence statistique à 95 %.

**Figure 22 :** Evolution des teneurs en vitamine C des feuilles au cours de la cuisson à l'eau  
ST: Sans Traitement



Les lettres a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p et q sont des moyennes de trois essais rangées par ordre croissant avec une différence statistique à 95 %.

**Figure 23:** Evolution de l'activité antioxydante des feuilles au cours de la cuisson à l'eau  
ST: Sans Traitement

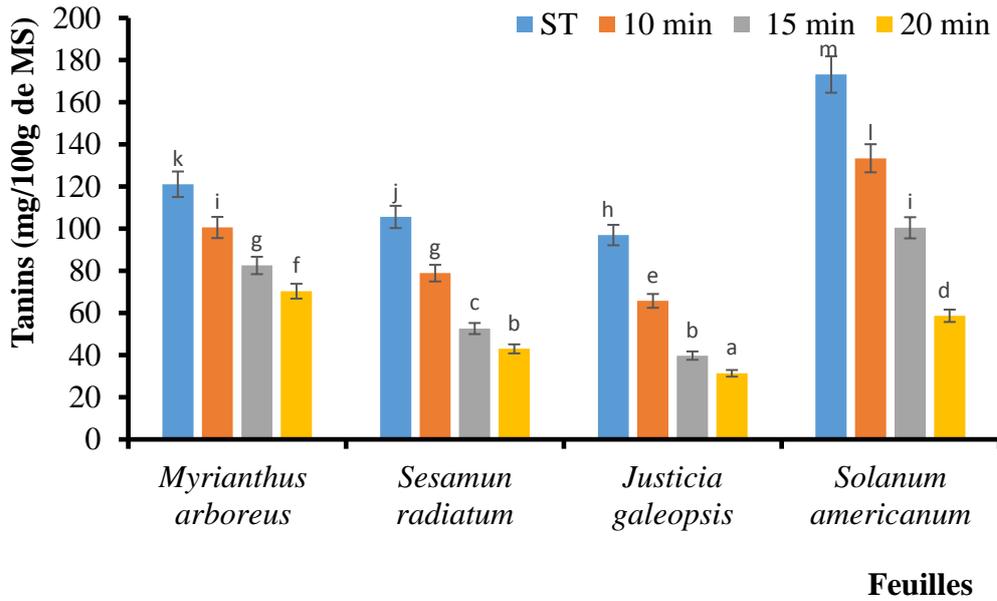
### I.3. Composés antinutritionnels des feuilles cuites

Les teneurs en tanins des différentes feuilles au cours de la cuisson à l'eau sont représentées sur la figure 24. Ces teneurs baissent significativement au seuil de 5 % de manière générale en fonction de la durée de cuisson. Avant la cuisson, les teneurs en tanins sont comprises entre 96,98 et 173,78 mg/100 g de MS respectivement pour *J. galeopsis* et *S. americanum*. Au cours de la cuisson, les pertes sont évaluées respectivement pour les durées de 10, 15 et 20 min à 16,94 % ; 31,84 % et 41,92 % pour *M. arboreus* ; 26,04 % ; 50,17 % et 60,06 % pour *S. radiatum* ; 32,21 % ; 59,00 % et 67,66 % pour *J. galeopsis* et enfin 22,95 % ; 42,01 % et 66,13 % pour *S. americanum*. Au total, *J. galeopsis* perd plus vite les tanins et au bout de 20 min de cuisson en perd plus que les autres feuilles alors que *M. arboreus* est l'espèce qui en perd moins.

Les teneurs en oxalates des différentes feuilles au cours de la cuisson à l'eau sont représentées sur la figure 25. Ces teneurs baissent significativement au seuil de 5 % de manière générale en fonction de la durée de cuisson sauf pour *S. americanum* pour lequel les teneurs en oxalates enregistrées entre 10 et 20 min sont identiques. Avant cuisson, les teneurs en oxalates sont comprises respectivement entre 517,52 (*M. arboreus*) et 802,08 mg/100 g de MS (*S. americanum*). Après la cuisson, les pertes sont évaluées à 25,19 % pour *S. americanum*, 33,25 % pour *S. radiatum* ; 50,77 % pour *M. arboreus* et 66,41 % pour *J. galeopsis*. Au final, *J. galeopsis* perd plus d'oxalates au bout de 20 min de cuisson alors que *S. americanum* qui en contient plus à l'état frais en perd moins pour cette même durée de cuisson.

Les teneurs en phytates des différentes feuilles au cours de la cuisson à l'eau sont représentées sur la figure 26. A l'état frais *S. radiatum* détient la plus forte teneur en phytates (34,46 mg/100g) alors que *J. galeopsis* (25,58 mg/100g de MS) et *M. arboreus* (25,88 mg/100g de MS) renferment les plus faibles teneurs. Ces teneurs baissent significativement au seuil de 5 % de manière générale en fonction de la durée de cuisson. Après 20 min de cuisson, *J. galeopsis* est l'espèce qui détient la plus faible teneur en phytates (14,04 mg/100g de MS) alors que *S. radiatum* en contient plus (21,03 mg/100g de MS). Les pourcentages de pertes après 20 min de cuisson sont de 27,80 % ; 34,12 % ; 38,97 % et 45,11 % respectivement pour *M. arboreus*, *S. americanum*, *S. radiatum* et *J. galeopsis*. Au final, *J. galeopsis* perd plus de phytates au bout de 20 min de cuisson.

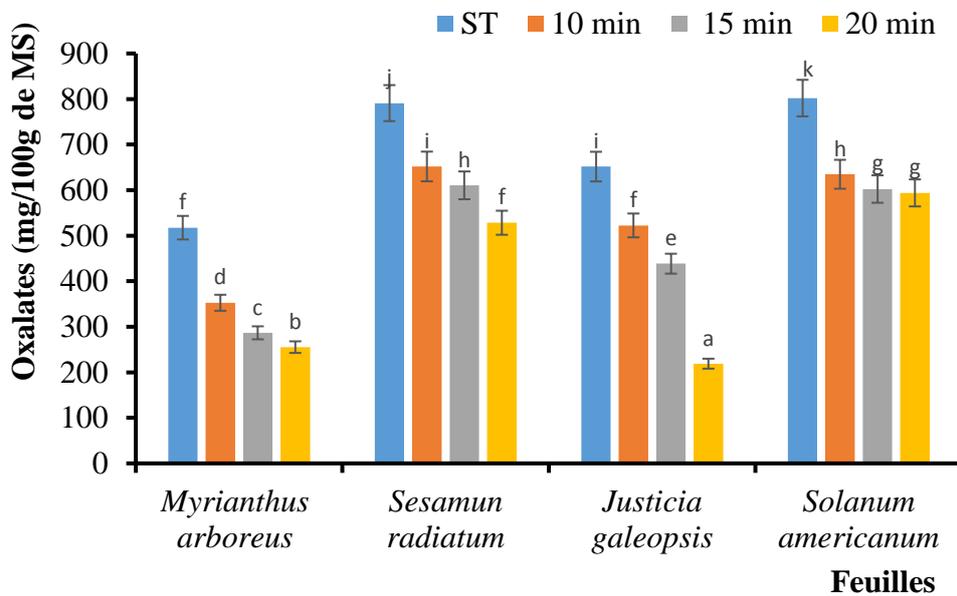
RESULTATS ET DISCUSSION



Les lettres a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p et q, sont des moyennes de trois essais rangées par ordre croissant avec une différence statistiques à 95 %.

**Figure 24** : Evolution des teneurs en tanins des feuilles au cours de la cuisson à l'eau

ST: Sans Traitement

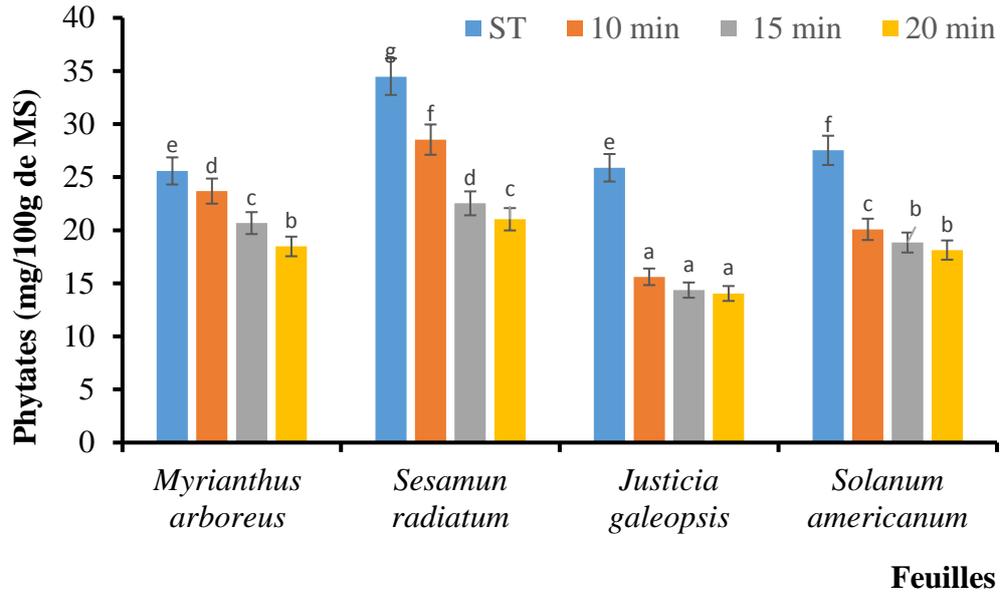


Les lettres a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p et q, sont des moyennes de trois essais rangées par ordre croissant avec une différence statistiques à 95 %.

**Figure 25** : Evolution des teneurs en oxalates des feuilles au cours de la cuisson à l'eau

ST: Sans Traitement

## RESULTATS ET DISCUSSION



Les lettres a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p et q sont des moyennes de trois essais rangées par ordre croissant avec une différence statistique à 95 %.

**Figure 26** : Evolution des teneurs en phytates des feuilles au cours de la cuisson à l'eau

ST: Sans Traitement

#### I.4. Bioaccessibilité et biodisponibilité des minéraux

Les rapports numériques entre les facteurs antinutritionnels et certains minéraux contenus dans les feuilles cuites varient diversement (Tableau VIII).

Les rapports Oxalates/(Mg+Ca) sont tous inférieurs à 2,5 (valeur seuil de référence) quelles que soient la durée de cuisson et l'espèce de feuilles. Ces valeurs baissent au cours de la cuisson pour *J. galeopsis* et *M. arboreus* alors qu'elles augmentent pour *S. americanum* et *S. radiatum*. Après 20 min de cuisson, *J. galeopsis* et *M. arboreus* détiennent le plus faible rapport (0,21) alors que *S. americanum* détient le rapport le plus élevé (1,16).

Les rapports Oxalates/Ca sont tous inférieurs à 2,5 (valeur seuil de référence) quelles que soient la durée de cuisson et l'espèce de feuilles. Ces valeurs baissent au cours de la cuisson pour *J. galeopsis* et *M. arboreus* alors qu'elles augmentent pour *S. americanum* et *S. radiatum*. Après 20 min de cuisson, *J. galeopsis* et *M. arboreus* détiennent le plus faible rapport (0,24) alors que *S. americanum* détient le rapport le plus élevé (1,67).

Les rapports Phytates/Fe sont tous supérieurs à 1,0 (valeur seuil de référence) avant et après la cuisson pour toutes les feuilles. Ce rapport augmente pour *M. arboreus* alors qu'il baisse d'abord durant les 15 premières minutes de cuisson puis augmente à 20 min de cuisson pour les trois autres feuilles.

Les rapports Phytates/Ca sont tous inférieurs à 0,24 (valeur seuil de référence). Ces rapports sont compris entre 0,01 et 0,05 respectivement pour *J. galeopsis* et *S. americanum*.

Les rapports Phytates/Zn de toutes les espèces de feuilles augmentent au cours de la cuisson et sont tous inférieurs à 15 (valeur seuil de référence). Après 20 min, *S. radiatum* détient le rapport le plus élevé (16,69) alors que *M. arboreus* détient le plus faible rapport (5,14).

RESULTATS ET DISCUSSION

**Tableau VIII** : Rapports numériques entre les facteurs antinutritionnels et certains minéraux des quatre feuilles

|                                   | Oxalates/(Ca+Mg)      | Oxalates/Ca           | Phytates/Fe                    | Phytates /Ca                  | Phytates /Zn                    |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| <b>Valeurs de référence</b>       | 2,5                   | 2,5                   | 1,0                            | 0,24                          | 15                              |
|                                   | (Obah & Amusan, 2009) | (Obah & Amusan, 2009) | (Hurrell <i>et al.</i> , 2004) | (Gemedé <i>et al.</i> , 2016) | (Al-Hasan <i>et al.</i> , 2016) |
| <b><i>Myrianthus arboreus</i></b> |                       |                       |                                |                               |                                 |
| 0 min                             | 0,33                  | 0,45                  | 1,72                           | 0,02                          | 1,98                            |
| 10 min                            | 0,23                  | 0,31                  | 2,76                           | 0,02                          | 2,46                            |
| 15 min                            | 0,23                  | 0,28                  | 2,95                           | 0,02                          | 3,64                            |
| 20 min                            | 0,21                  | 0,25                  | 5,86                           | 0,02                          | 5,14                            |
| <b><i>Sesamum radiatum</i></b>    |                       |                       |                                |                               |                                 |
| 0 min                             | 0,58                  | 0,67                  | 0,96                           | 0,03                          | 1,35                            |
| 10 min                            | 0,55                  | 0,63                  | 0,91                           | 0,03                          | 2,75                            |
| 15 min                            | 0,55                  | 0,62                  | 0,77                           | 0,02                          | 5,05                            |
| 20 min                            | 0,64                  | 0,73                  | 1,83                           | 0,03                          | 16,69                           |
| <b><i>Justicia galeopsis</i></b>  |                       |                       |                                |                               |                                 |
| 0 min                             | 0,42                  | 0,48                  | 3,16                           | 0,02                          | 4,30                            |
| 10 min                            | 0,38                  | 0,44                  | 1,94                           | 0,01                          | 3,51                            |
| 15 min                            | 0,36                  | 0,42                  | 1,82                           | 0,01                          | 4,46                            |
| 20 min                            | 0,21                  | 0,24                  | 2,06                           | 0,02                          | 6,19                            |
| <b><i>Solanum americanum</i></b>  |                       |                       |                                |                               |                                 |
| 0 min                             | 0,78                  | 1,32                  | 2,21                           | 0,05                          | 1,46                            |
| 10 min                            | 0,71                  | 1,07                  | 1,93                           | 0,03                          | 1,95                            |
| 15 min                            | 0,80                  | 1,10                  | 1,99                           | 0,03                          | 3,02                            |
| 20 min                            | 1,16                  | 1,67                  | 2,58                           | 0,05                          | 8,20                            |

0 min correspond à la matière fraîche, 10 min correspond à 10 minutes de cuisson, 15 min correspond à 15 minutes de cuisson et 20 min correspond à 20 minutes de cuisson.

## 1.5. Relation entre les différents composés des feuilles après la cuisson

### 1.5.1. Relation entre les caractéristiques biochimiques et énergétiques des feuilles cuites à l'eau

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) réalisée sur les caractéristiques biochimiques et énergétiques des feuilles des quatre plantes étudiées a permis d'en relever les constituants essentiels. Sur la base de leur part explicative à la variabilité totale, deux principaux axes (1 et 2) ont été retenus. Ces axes (F1 et F2) ont constitué la composante principale qui a expliqué 75,70 % de la variabilité totale. Leur contribution individuelle respective a été de 42,60 % et de 33,10 %.

Le tableau de contribution des observations a permis d'identifier les individus qui ont contribué significativement à la formation des composantes F1 et F2. Ainsi, les échantillons AH T10, AH T15 et AH T20 avec respectivement 15,60 %, 16,11 % et 20,56 % sont ceux qui ont été prépondérants à la formation de la composante F1. La composante F2 a dû sa formation dans les proportions de 31,00 % ; 17,08 % et 15,82 % respectivement aux échantillons FO T0, WO T15 et WO T20 (Annexe 4 et Annexe 5).

Le tableau de contribution des variables (Annexe 6) a indiqué que les glucides (31,38 %), la valeur énergétique (28,42 %) et les protéines (15,37 %) ont contribué significativement à la formation de la composante F1 alors que la composante F2 a dû sa formation aux lipides (31,07 %), aux fibres (25,64 %) et aux cendres (24,31 %).

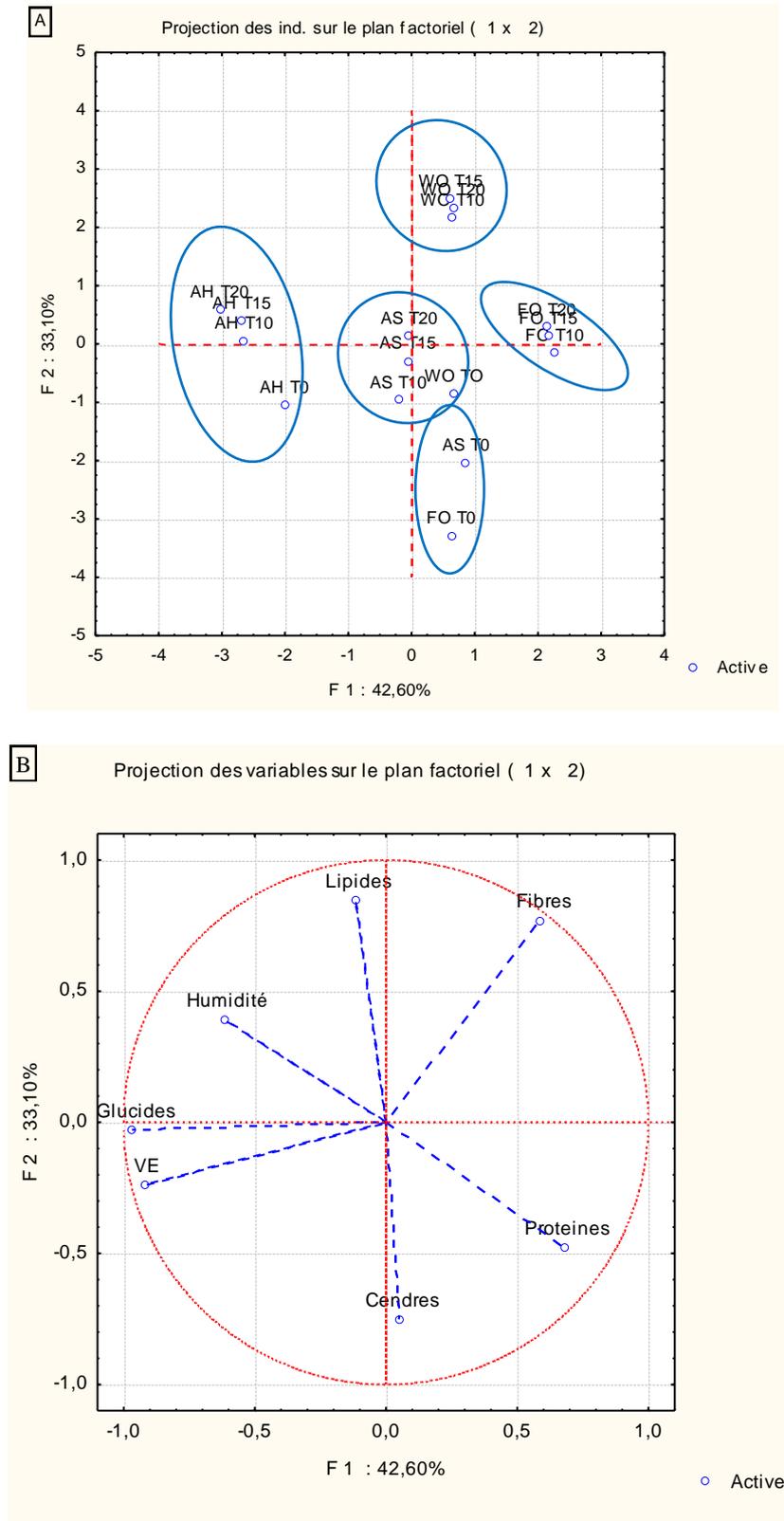
La représentation des variables et des individus dans le plan factoriel (1 et 2) (Figure 27) a montré que les feuilles cuites à 10, 15 et 20 min d'Ahirôh (*Sesamum radiatum*) sont riches en lipides et contenaient beaucoup d'eau alors que celles de Wognon-ibou (*Myrianthus arboreus*) cuites pendant les mêmes durées sont plus riches en fibres. Ahirôh frais a été caractérisé par une forte teneur en glucides et une valeur énergétique élevée. Les feuilles fraîches de Wognonibou, d'Assiacriba (*Justicia galeopsis*) et de Foué (*Solanum americanum* L.) sont plutôt caractérisées par une forte teneur en protéines et en cendres. Au total, *S. radiatum* et *M. arboreus* possèdent donc les meilleures compositions biochimiques après la cuisson et les durées de 15 et 20 min représentent les meilleurs temps de cuisson.

Les coefficients de Pearson indiquent plusieurs corrélations positives et négatives entre les caractéristiques biochimiques (Tableau IX). La teneur en humidité est moyennement corrélée aux cendres (0,51), les cendres moyennement corrélées aux fibres (0,54) et les lipides moyennement corrélés aux fibres (0,54) et aux protéines (0,59). Les fibres sont fortement corrélées à la valeur énergétique (0,7), les protéines aux glucides (0,76) et les glucides à la valeur énergétique (0,86). Seules les corrélations entre lipides et fibres d'une part et entre

## RESULTATS ET DISCUSSION

glucides et valeur énergétique d'autre part, sont positives. Les coefficients compris entre 0,7 et 0,9 en valeur absolue expriment une forte corrélation, ceux compris entre 0,6 et 0,5 expriment une moyenne corrélation et enfin ceux qui sont inférieurs à 0,5 expriment une faible corrélation.

## RESULTATS ET DISCUSSION



**Figure 27:** Projection des feuilles (A) et de leurs caractéristiques biochimiques et énergétiques(B) dans le plan formé par les axes F1-F2.

VE : Valeur énergétique, WO correspond à *Wognonibou*, AH correspond à *Ahirôh*, AS correspond à *Assiacriba* et FO correspond à *Foué*. T0 correspond à la matière fraîche, T10 à 10 min de cuisson, T15 à 15 min de cuisson et T20 à 20 min de cuisson.

RESULTATS ET DISCUSSION

**Tableau IX** : Matrice de corrélation de l'ACP des caractéristiques biochimiques et énergétiques des feuilles dans le plan factoriel 1-2 de l'ACP.

|           | Humidité         | Cendres          | Lipides          | Fibres           | Proteines        | Glucides        | VE       |
|-----------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|----------|
| Humidité  | 1,000000         |                  |                  |                  |                  |                 |          |
| Cendres   | <b>-0,506647</b> | 1,000000         |                  |                  |                  |                 |          |
| Lipides   | 0,304954         | -0,351696        | 1,000000         |                  |                  |                 |          |
| Fibres    | -0,149400        | <b>-0,544115</b> | <b>0,538732</b>  | 1,000000         |                  |                 |          |
| Proteines | -0,266796        | 0,145419         | <b>-0,589062</b> | -0,050057        | 1,000000         |                 |          |
| Glucides  | 0,435187         | 0,029641         | 0,109928         | -0,568035        | <b>-0,761409</b> | 1,000000        |          |
| VE        | 0,508340         | 0,007309         | -0,171303        | <b>-0,704703</b> | -0,427734        | <b>0,856778</b> | 1,000000 |

VE : Valeur énergétique

### 1.5.2. Relation entre les minéraux des quatre feuilles cuites à l'eau

Les éléments minéraux des feuilles cuites des quatre plantes étudiées sont corrélés aux deux premiers axes F1 et F2 qui ont servi à expliquer l'ACP. Ils ont cumulé 64,81 % de la variabilité totale. Le premier axe (F1) a enregistré une valeur propre de 2,59 et exprime 37,04 % de la variance totale observée. Avec une valeur propre de 1,94, la composante F2 a exprimé 27,77 % de la variabilité totale (Annexe 7).

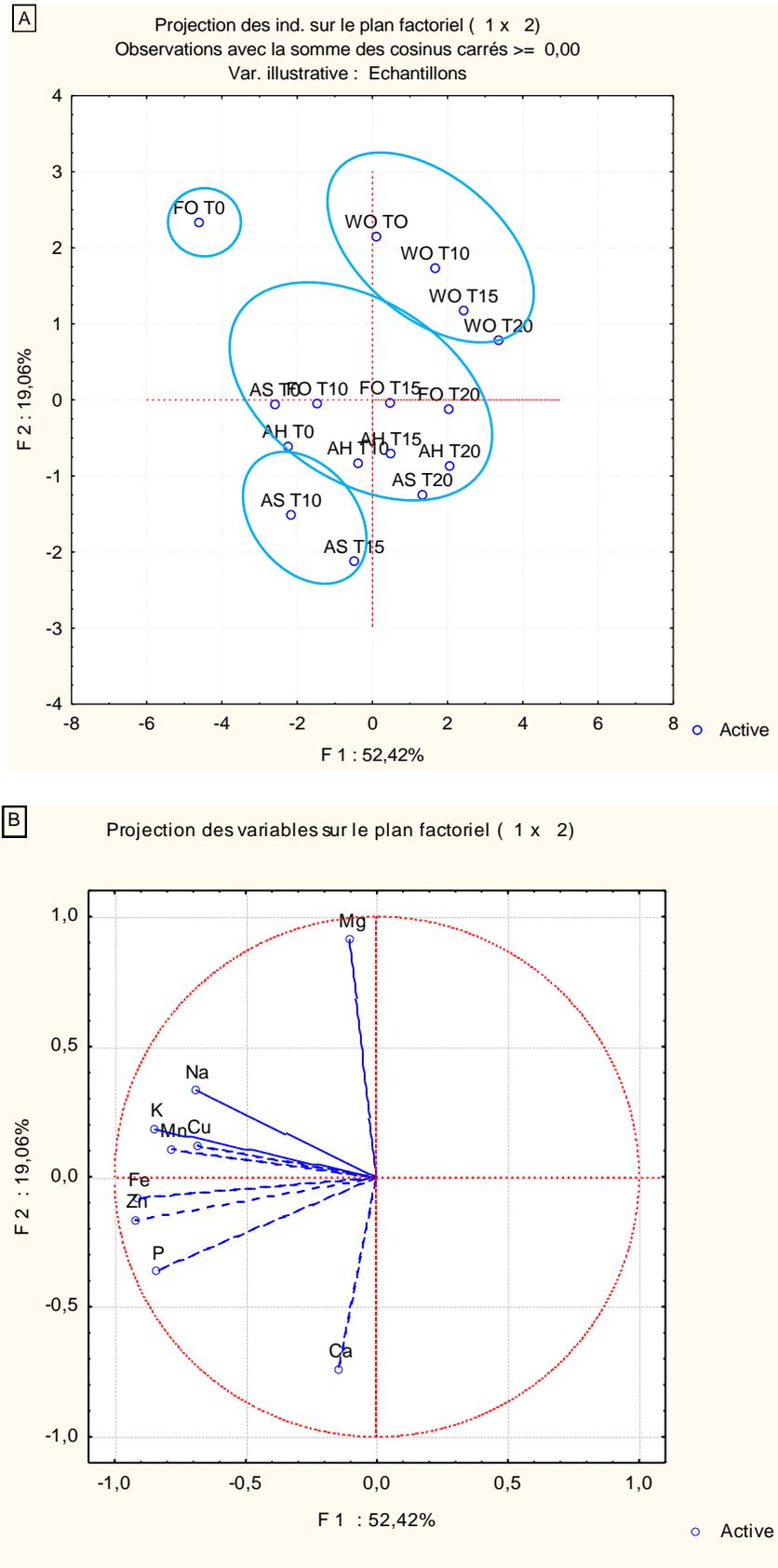
Le tableau de contribution des observations (Annexe 8) a permis d'identifier les individus qui ont contribué significativement à la formation des composantes F1 et F2. Ainsi, WO T20 (15,92) et FO T0 (30,0627) ont été prépondérants à la formation de la composante F1. La composante F2 a dû sa formation à FO T0 (21,17 %), AS T15 (17,46) et WO T0 (17,92 %) qui ont été prépondérants.

Le tableau de contribution des variables (Annexe 9) a montré que le zinc (18,08 %), le fer (17,75 %), le potassium (15,29 %) et le phosphore (15,03 %) ont été majoritaires à la formation de la composante F1, alors que la composante F2 a dû sa formation au magnésium (48,58 %) et au calcium (31,83 %).

Sur la base de ces deux axes F1 et F2, la figure 28 a indiqué que les feuilles fraîches de Foué (*S. americanum*) sont caractérisées par une forte teneur en potassium (K), en magnésium (Mg), en cuivre (Cu) et en sodium (Na). Quant aux feuilles d'Assiacriba (*J. galeopsis*) et d'Ahirôh (*S. radiatum*) (T0, T10 et T15) et de Foué (T10), elles détiennent les plus fortes teneurs de fer (Fe), de zinc (Zn) et de phosphore (P). Les feuilles de Wognonibou (*M. arboreus*) sont par contre caractérisées par de faibles teneurs en minéraux. Wognonibou (*M. arboreus*) et Assiacriba (*J. galeopsis*) possèdent les meilleures compositions minérales après la cuisson. Les durées de 15 et 20 min représentent les meilleures durées de cuisson.

Les coefficients de Pearson indiquent des corrélations positives et négatives (Tableau X). Les teneurs en sodium sont moyennement et positivement corrélées au potassium et au zinc (0,5 et 0,63) et fortement au fer (0,81). Le phosphore est positivement corrélé au potassium (0,57) et fortement corrélé au fer (0,85) et au zinc (0,86). Le potassium est moyennement corrélé au fer (0,64), au cuivre (0,66) et au zinc (0,73). Quant au fer, il est positivement et fortement corrélé au zinc (0,93).

## RESULTATS ET DISCUSSION



**Figure 28:** Projection des feuilles **(A)** et d minéraux **(B)** dans le plan factoriel 1-2 de l'ACP. WO correspond à *Wognonibou*, AH correspond à *Ahirôh*, AS correspond à *Assiacriba* et FO correspond à *Foué*. T0 correspond à la matière fraîche, T10 à 10 min de cuisson, T15 à 15 min de cuisson et T20 à 20 min de cuisson

RESULTATS ET DISCUSSION

**Tableau X** : Matrice de corrélation de l'ACP des minéraux des feuilles séchées de Wognonibou, d'Ahirôh, d'Assiacriba et de Foué dans le plan factoriel 1-2 de l'ACP

|    | <b>Na</b>    | <b>Mg</b> | <b>P</b>     | <b>K</b>     | <b>Ca</b> | <b>Fe</b>    | <b>Cu</b> | <b>Zn</b> |
|----|--------------|-----------|--------------|--------------|-----------|--------------|-----------|-----------|
| Na | 1,000        |           |              |              |           |              |           |           |
| Mg | 0,322        | 1,000     |              |              |           |              |           |           |
| P  | <b>0,538</b> | -0,227    | 1,000        |              |           |              |           |           |
| K  | 0,371        | 0,263     | <b>0,572</b> | 1,000        |           |              |           |           |
| Ca | -0,218       | -0,435    | 0,305        | 0,028        | 1,000     |              |           |           |
| Fe | <b>0,802</b> | -0,074    | <b>0,847</b> | <b>0,641</b> | 0,034     | 1,000        |           |           |
| Cu | 0,435        | 0,355     | 0,380        | <b>0,663</b> | 0,435     | 0,464        | 1,000     |           |
| Zn | <b>0,627</b> | -0,150    | <b>0,864</b> | <b>0,726</b> | 0,071     | <b>0,926</b> | 0,408     | 1,000     |

### 1.5.3. Relation entre les antinutriments et les minéraux des feuilles cuites à l'eau

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) réalisée sur les caractéristiques antinutritionnelles et les minéraux des quatre feuilles cuites est présentée par la figure 28. Elles sont corrélées aux deux premiers axes F1 et F2 avec un cumul de 65,41 % de la variabilité totale et ont servi à expliquer l'ACP. Le premier axe (F1) a enregistré une valeur propre de 5,64 et a exprimé 46,97 % de variance totale observée. Avec une valeur propre de 2,21, la composante F2 a exprimé 18,43 % de la variabilité totale (Annexe 10).

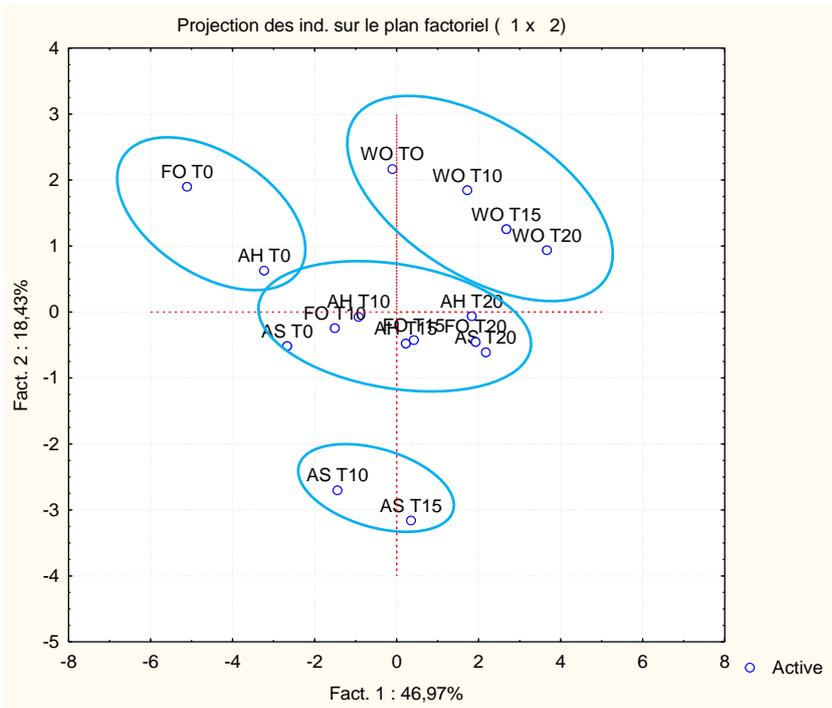
Le tableau de contribution des observations (Annexe 11) a permis d'identifier les individus qui ont contribué significativement à la formation des composantes F1 et F2. Ainsi, WO T20 (15,87%) et FO T0 (30,87%) ont été prépondérants à la formation de la composante F1. La composante F2 a dû sa formation à AS T10 (22,04%) et AS T15 (30,92%).

Le tableau de contribution des variables (Annexe 12) a montré que le potassium (13,06 %), le fer (14,94 %), l'oxalate (12,63 %) et le zinc (15,44 %) ont majoritairement contribué à la formation de la composante F1. Par contre, la composante F2 a dû sa formation au magnésium (22,41 %) et au calcium (34,00 %).

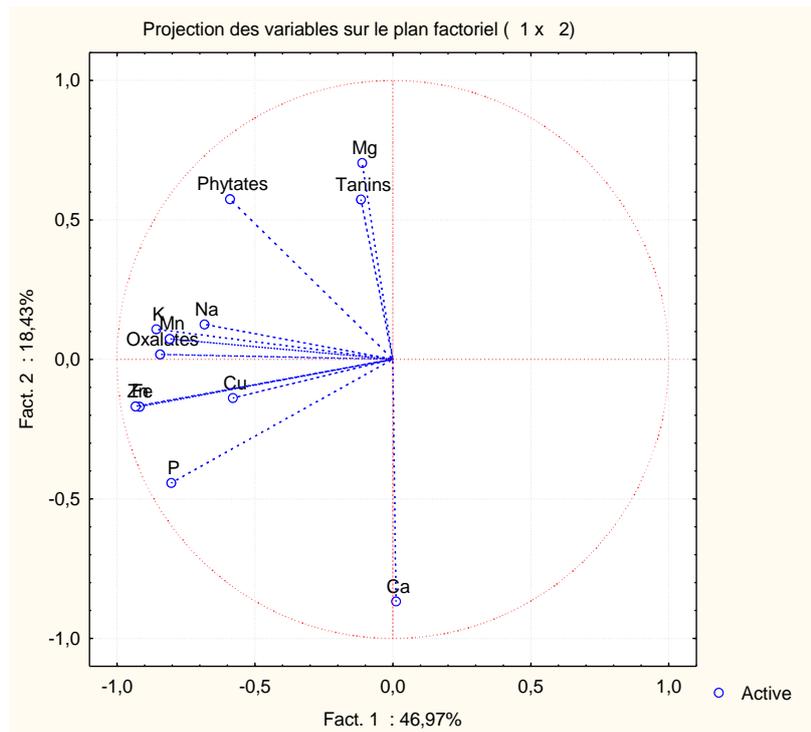
Sur la base de ces axes F1 et F2, il est ressorti que les feuilles de Wogonibou (*M. arboreus*) s'appauvrissent globalement en minéraux et antinutriments à partir de 10 min de cuisson, de même que celles d'Assiacriba (*J. galeopsis*) et Ahirôh (*S. radiatum*) après 20 min de cuisson. Par contre, les feuilles fraîches de Wogonibou, Ahirôh et de Foué sont riches en phytates, en magnésium, en tanins, en potassium, en sodium et en oxalates. Notons que toutes les feuilles à 10 min de cuisson contiennent plus de fer, de zinc, de cuivre, de phosphore et de calcium. Wogonibou (*M. arboreus*) contient plus de minéraux et Assiacriba (*J. galeopsis*) contient plus de magnésium et de calcium. Le meilleur temps de cuisson est de 20 min pour WO et de 15 min pour AS (Figure 29).

Les coefficients de Pearson indiquent des corrélations positives et négatives (Tableau XI). L'oxalate est en moyenne corrélé positivement avec les phytates (0,65), le sodium (0,57), le phosphore (0,68), le potassium (0,61) et fortement avec le zinc (0,79), le fer (0,83). Les phytates sont moyennement corrélés avec le calcium (0,54) et positivement avec le potassium (0,61). Le sodium est corrélé positivement avec le phosphore (0,54) et le fer (0,80). Le phosphore est en corrélation positive avec le fer (0,85) et le zinc (0,86). Quant au potassium, il est moyennement corrélé avec le fer (0,64), le cuivre (0,66) et le zinc (0,73). Le fer est fortement et positivement corrélé au zinc (0,93).

## RESULTATS ET DISCUSSION



A



B

**Figure 29:** Projection des feuilles (A) et des minéraux et antinutriments (B) dans le plan factoriel 1-2 de l'ACP.

WO correspond à *Wognonibou*, AH correspond à *Ahirôh*, AS correspond à *Assiacriba* et FO correspond à *Foué*. T0 correspond à la matière fraîche, T10 à 10 min de cuisson, T15 à 15 min de cuisson et T20 à 20 min de cuisson

**Tableau XI** : Matrice de corrélation de l'ACP des minéraux et des antinutriments des feuilles cuites à l'eau dans le plan factoriel 1-2 de l'ACP

|                 | Tanins | Oxalates     | Phytates     | Na           | Mg     | P            | K            | Ca    | Fe           | Cu    | Zn    |
|-----------------|--------|--------------|--------------|--------------|--------|--------------|--------------|-------|--------------|-------|-------|
| <b>Tanins</b>   | 1,000  |              |              |              |        |              |              |       |              |       |       |
| <b>Oxalates</b> | -0,108 | 1,000        |              |              |        |              |              |       |              |       |       |
| <b>Phytates</b> | 0,253  | <b>0,646</b> | 1,000        |              |        |              |              |       |              |       |       |
| <b>Na</b>       | 0,201  | <b>0,571</b> | 0,160        | 1,000        |        |              |              |       |              |       |       |
| <b>Mg</b>       | 0,315  | -0,081       | 0,217        | 0,322        | 1,000  |              |              |       |              |       |       |
| <b>P</b>        | -0,081 | <b>0,678</b> | 0,164        | <b>0,538</b> | -0,227 | 1,000        |              |       |              |       |       |
| <b>K</b>        | 0,125  | <b>0,606</b> | <b>0,614</b> | 0,371        | 0,263  | 0,571        | 1,000        |       |              |       |       |
| <b>Ca</b>       | -0,345 | -0,215       | -0,543       | -0,218       | -0,435 | 0,305        | 0,028        | 1,000 |              |       |       |
| <b>Fe</b>       | 0,064  | <b>0,829</b> | 0,363        | <b>0,802</b> | -0,074 | <b>0,846</b> | <b>0,641</b> | 0,034 | 1,000        |       |       |
| <b>Cu</b>       | 0,144  | 0,194        | 0,032        | 0,435        | 0,355  | 0,378        | <b>0,663</b> | 0,435 | 0,464        | 1,000 |       |
| <b>Zn</b>       | 0,102  | <b>0,786</b> | 0,487        | <b>0,627</b> | -0,148 | <b>0,864</b> | <b>0,726</b> | 0,071 | <b>0,926</b> | 0,408 | 1,000 |

#### 1.5.4. Relation entre les phytonutriments, la vitamine C et l'activité antioxydante des feuilles cuites à l'eau

Les phytonutriments, la vitamine C et l'activité antioxydante des quatre feuilles cuites ont été corrélés aux deux premiers axes F1 et F2 cumulant 97,70 % de la variabilité totale (Annexe 13). L'axe F1 a enregistré une valeur propre de 4,337 et a exprimé 86,93 % de variance totale observée. Par contre, la composante F2 avec une valeur propre de 0,548 a exprimé 10,97 % de la variabilité totale.

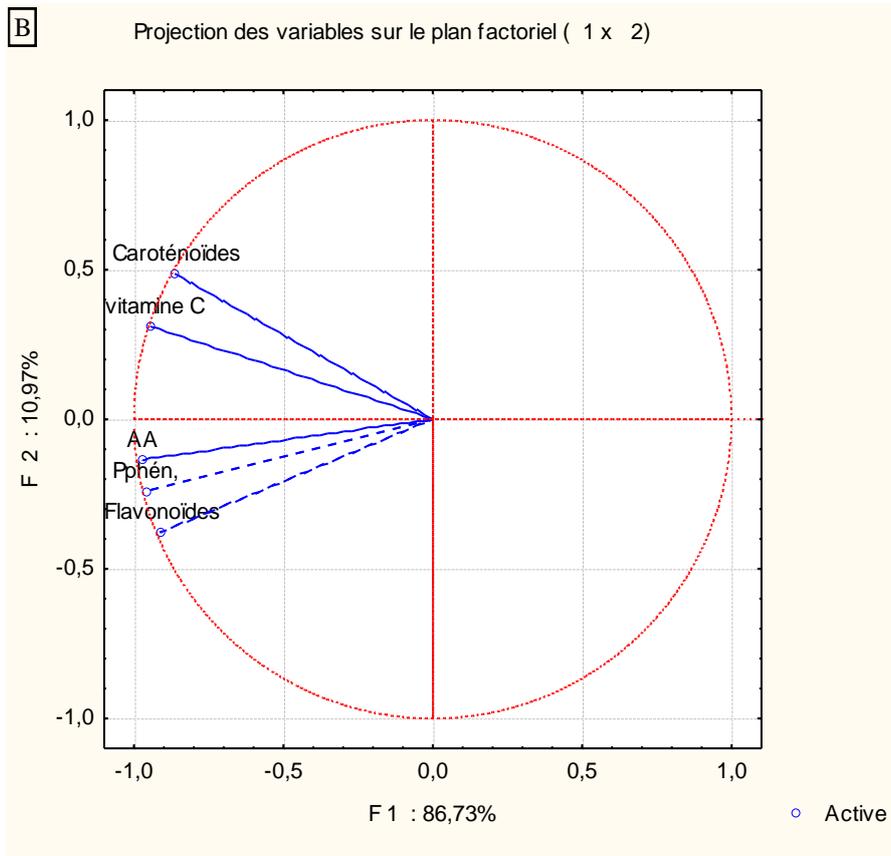
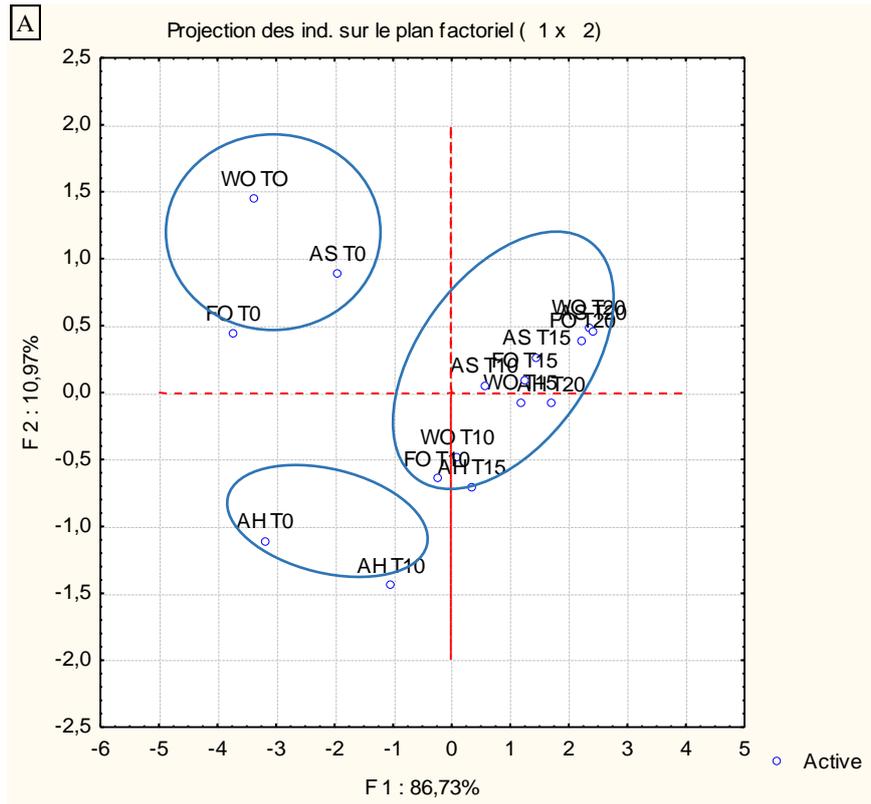
Le tableau de contribution des observations (Annexe 14) a montré que les échantillons WO T0 (17,51 %), AH T0 (15,65 %) et FO T0 (21,43 %) sont ceux qui ont été prépondérants à la formation de la composante F1, alors que F2 a dû sa formation à WO T0 (25,58 %), AH T0 (14,92 %) et AH T10 (25,15 %).

L'annexe 15 a montré que les caroténoïdes (17,30 %), la vitamine C (20,42 %), les polyphénols (21,31 %), les flavonoïdes (21,69 %) et l'activité antioxydante (19,27 %) ont contribué majoritairement à la formation de F1. Par contre, la composante F2 a dû sa formation aux caroténoïdes (42,72 %) et aux flavonoïdes (25,88 %).

Sur la base des axes F1-F2, il ressort que les feuilles fraîches de Wogonibou (*M. arboreus*), d'Assiacriba (*J. galeopsis*) et de Foué (*S. americanum*) ont enregistré plus de vitamine C et de caroténoïdes alors celles d'Ahirôh (*S. radiatum*) (T0 et T10), de Foué (T10) sont caractérisées par une forte teneur en polyphénols, en flavonoïdes et une forte activité antioxydante (Figure 30). Les caroténoïdes, la vitamine C, les polyphénols, les flavonoïdes et l'activité antioxydante ne résistent pas à la cuisson à l'eau. Ahirôh (*S. radiatum*) cuit pendant 10 min est la plante qui a pu conserver des flavonoïdes et des caroténoïdes après la cuisson.

Les coefficients de Pearson indiquent des corrélations positives et négatives entre les phytonutriments (Tableau XII). Tous les phytonutriments sont en forte corrélation. Les caroténoïdes sont en forte corrélation avec la vitamine C (0,95), les polyphénols (0,71), les flavonoïdes (0,62) et l'activité antioxydante (0,76). La vitamine C exerce une forte corrélation avec les polyphénols (0,83), les flavonoïdes (0,74) et l'activité antioxydante (0,87). Les polyphénols montrent une forte corrélation avec les flavonoïdes (0,96) et l'activité antioxydante (0,95). Les flavonoïdes présentent également une forte corrélation avec l'activité antioxydante.

## RESULTATS ET DISCUSSION



**Figure 30:** Projection des feuilles et des phytonutriments, de la vitamine C et de l'activité antioxydante dans le plan factoriel 1-2 de l'ACP

WO correspond à *Wognonibou*, AH correspond à *Ahirôh*, AS correspond à *Assiacriba* et FO correspond à *Foué*. T0 correspond à la matière fraîche, T10 à 10 min de cuisson, T15 à 15 min de cuisson et T20 à 20 min de cuisson, AA : Activité antioxydante, Pphén : Polyphénol

**Tableau XII** : Matrice de corrélation de l'ACP des phytonutriments, de la vitamine C et de l'activité antioxydante des feuilles cuites à l'eau dans le plan factoriel 1-2 de l'ACP

|                              | <b>Caroténoïdes</b> | <b>Vitamine C</b> | <b>Polyphénols</b> | <b>Activité antioxydante</b> | <b>Flavonoïdes</b> |
|------------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Carotenoids</b>           | 1,000000            |                   |                    |                              |                    |
| <b>Vitamine C</b>            | <b>0,949476</b>     | 1,000000          |                    |                              |                    |
| <b>Polyphénols</b>           | <b>0,715861</b>     | <b>0,831559</b>   | 1,000000           |                              |                    |
| <b>Activité antioxydante</b> | <b>0,765066</b>     | <b>0,867581</b>   | <b>0,954186</b>    | 1,000000                     |                    |
| <b>Flavonoïdes</b>           | <b>0,619956</b>     | <b>0,740435</b>   | <b>0,962493</b>    | <b>0,918548</b>              | 1,000000           |

## II. Discussion

La consommation de fruits et légumes est considérée par de nombreuses instances comme un enjeu de santé publique et fait l'objet de recommandations nutritionnelles au niveau mondial par la FAO et l'OMS qui recommandent de manger 5 fruits et légumes par jour (INRA, 2007). Toutefois, les différentes feuilles consommées par les populations subissent divers traitements avant consommation. La cuisson est l'une des transformations les plus utilisées. Les cellules des feuilles ont en général, un taux d'humidité élevé qui leur confère un état de turgescence. Les traitements qui utilisent un effet thermique, provoquent la rupture de l'équilibre des parois pectocellulosique qui se désorganisent alors, perdant leurs différentes propriétés (Kadri, 2015). Les feuilles sont ainsi modifiées. Les traitements thermiques contribuent à rompre les liaisons hydrogènes impliquées dans la stabilisation des réseaux de microfibrilles de celluloses et d'hémicelluloses. Le produit cuit présente une meilleure tendreté et une meilleure digestibilité car, l'accès aux enzymes digestives est plus facile. Le pH du milieu de cuisson joue également un rôle important sur la texture des aliments végétaux. Un milieu de cuisson basique provoque un ramollissement des tissus végétaux, alors qu'un milieu de cuisson acide raffermi en général les légumes (Randrianatoandro, 2010 ; Oulaï *et al.*, 2014).

La cuisson est une source de variabilité des propriétés physicochimiques et nutritives des feuilles. Ces propriétés physico-chimiques ont été suivies à différents temps de cuisson afin de déterminer l'influence de ces traitements thermiques. C'est ainsi que la teneur en eau des feuilles étudiées a connu une augmentation durant la cuisson à l'eau. Cette augmentation serait due aux modifications de la paroi cellulaire favorisant des flux hydriques vers le milieu intracellulaire à cause des lois de l'osmose selon lesquelles l'eau migre du milieu le moins concentré vers le milieu le plus concentré (Richard, 2007 ; Vodouhe *et al.*, 2012). C'est le début de nombreux échanges entre le milieu intracellulaire et l'eau de cuisson.

Les cendres constituées de l'ensemble des minéraux baissent au cours de la cuisson. Ainsi, le taux de cendres passent de 10 à 8 % ; de 9,24 à 7,46 % ; de 13,47 à 9,78 % et de 12,36 à 7,39 % pour respectivement *Myrianthus arboreus*, *Sesamum radiatum*, *Justicia galeopsis* et *Solanum americanum*. Ces observations sont conformes aux travaux de Wang *et al.* (2009) qui ont montré que la cuisson réduisait le taux de minéraux dans les grains de *Phaseolus vulgaris* L. et de *Cicer arietinum* L. Cette baisse est due à la lixiviation dans l'eau de cuisson (Orech, 2007).

La rupture de la paroi des cellules provoque un lessivage des cendres et donc une baisse de la teneur en minéraux des feuilles cuites à l'eau. (Vodouhe, 2012). Toutefois, la teneur en

minéraux de ces feuilles après cuisson à l'eau, pourrait permettre de couvrir les besoins journaliers du corps humain qui sont estimés à : 9-15mg (Fer), 8-11 mg (Zinc), 1,2-1,7 mg (Cu), 600-2000 mg (Na), 3000-4000 mg (K), 950 mg (Ca), 800 mg (P) et 300-350 mg (Mg) (Conseil Supérieur de la Santé, 2016). En effet, le taux de cendres après 20 min de cuisson est compris entre 7 et 9 %. Ces valeurs sont identiques à celles trouvées par Abdou (2009) pour *Solanum melongena* (7,7 %) et pour *Zanthoxylum leprieurii* (10,5 %), deux épices n'ayant subi aucun traitement préalable. Ce taux permet d'affirmer que ces feuilles constituent de bonnes sources de minéraux, après 20 min de cuisson. *Solanum americanum* renferme une teneur élevée en cendres, ce qui permet d'affirmer qu'elle représente une bonne source de substances minérales, toutefois, la cuisson a un impact négatif sur cette composition minérale, surtout lorsque la cuisson dans s'effectue sur une longue période. Au total, toutes les feuilles ont une bonne teneur en minéraux. Les minéraux majeurs dans ces quatre feuilles sont le calcium et le potassium, viennent ensuite le phosphore et le magnésium. Les minéraux mineurs sont le fer, le cuivre et le zinc. Les teneurs moyennes sont évaluées à 105-208 mg/100 g de MS pour le Mg, 189-374 mg/100 g MS pour le P, 385-1272 mg/100 g de MS pour le K, 355-1005 mg/100 g de MS pour le Ca, 3,15-11,50 mg /100g de MS pour le Fe, 2,59-8,32 mg/100g de MS pour le Cu et enfin 1,26-3,59 mg/100g pour le Zn.

Au cours de la cuisson, le taux de fibres augmente. Ce taux passe de 51,78 à 57,29 % pour *M. arboreus*, de 45,93 à 46,64 % pour *S. radiatum*, 48,04 à 50 % pour *J. galeopsis* et 42,09 à 53,75 % pour *S. americanum*. Cette observation serait liée à la baisse des fibres insolubles aux dépens des fibres solubles. Ce résultat est conforme à celui de Zoro (2016) qui a montré que la cuisson entraîne une augmentation de la teneur en fibres solubles et une diminution de la teneur en fibres insolubles par la modification des propriétés physiques et chimiques des parois des cellules végétales, affectant leurs performances en tant que fibres alimentaires. Dès lors, l'intérêt nutritionnel des feuilles résiderait dans leur capacité de représenter un laxatif pour faciliter le transit intestinal des repas dans lesquels ils interviennent. La cuisson des feuilles permettrait donc de prévenir la constipation, de diminuer l'absorption du cholestérol et des graisses alimentaires et de ralentir la digestion des glucides. 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. En freinant la montée de la glycémie, leur consommation aurait un impact important sur la prévention du diabète de type 2 (Ishida *et al.*, 2000 ; CFW, 2003 ; RQASF, 2004).

En outre, la cuisson à l'eau a provoqué une légère baisse de la teneur en protéines des différentes feuilles qui passe de 18,42 à 18 % ; de 18,39 à 17,90 % ; de 23,62 à 22,87 % et de

31,29 à 30,27 % pour respectivement *M. arboreus*, *S. radiatum*, *J. galeopsis* et *S. americanum*. Cette légère baisse est aussi constatée dans le manioc pour lequel le taux de protéines passe de 1,2 à 0,9 g après la cuisson (Danel, 2005). En effet, la cuisson provoque la solubilisation de certaines protéines puis leur diffusion dans l'eau de cuisson comme le rapportent les travaux de Santé-Lhoutellier (2013). Ces feuilles pourraient permettre une variation de la source protéique dans les régimes alimentaires. Ils peuvent également aider à lutter contre les carences protéino-énergétique au sein des populations vulnérables (Ali, 2009 ; Uusiku *et al*, 2010). Au total, les quatre feuilles sont de très bonnes sources protéiques car ayant des teneurs, même après cuisson, supérieures à 12% qui constituent la limite au-delà de laquelle un aliment peut être considéré comme riche en protéines (Uusiku *et al*, 2010).

Les feuilles sont réputées être pauvres en lipides. Nos résultats indiquent un faible taux qui se situe entre 1,40 et 2,40% après 20 min de cuisson. Ces résultats sont comparables à ceux de Ndong *et al.* (2007) qui ont évalué le taux de matière grasse dans les feuilles fraîches de *Moringa oleifera* à 1,31%. La matière grasse étant insoluble dans l'eau de cuisson, il ne peut y avoir de perte. Par contre, la sensibilité de la pectine à l'action conjuguée de l'eau et de l'élévation de la température provoque une augmentation du taux de lipides par la libération de ceux-ci (Vodouhe *et al.*, 2012). Avec la transition nutritionnelle marquée par une alimentation trop énergétique et l'apparition de maladies non transmissibles telles que l'obésité et les maladies cardiovasculaires (Maire *et al.*, 2002), les feuilles pourraient représenter un atout dans l'amélioration de la situation nutritionnelle des populations.

La cuisson à l'eau a provoqué d'énormes pertes en vitamine C et en caroténoïdes. Ces pertes sont évaluées entre 94 et 100 % après 20 min de cuisson pour les caroténoïdes et entre 90 et 98 % pour la vitamine C. Les travaux de Page (2013) ont indiqué que la cuisson entraînait une diminution plus ou moins marquée de la valeur nutritionnelle, soit par diffusion de constituants hydrosolubles dans l'eau de cuisson, soit par destruction de substances thermolabiles et/ou oxydables dans les légumes-feuilles (Page, 2013). Ces pertes augmentaient également lorsque la durée de cuisson était longue. Ces résultats sont conformes à ceux de Zoro (2016) qui a observé une baisse drastique de la teneur en vitamine C et en caroténoïdes dans les légumes feuilles de *Manihot esculenta*, *Abelmoschus esculentus*, *Celosia argentea*, *Ipomea batatas* et *Myrianthus arboreus*. La vitamine C contribue à la protection des cellules contre le stress oxydatif, à la formation normale de collagène et intervient dans le métabolisme énergétique. Elle améliore l'absorption du fer, puis elle est nécessaire pour la santé des os, des dents et des gencives. Elle renforce notre système immunitaire, prévient le développement de maladies dégénératives et accélère la cicatrisation (POINT NUTRITION, 2009). La vitamine

C doit être apportée par les fruits et les légumes consommés car l'organisme est incapable de la synthétiser.

Les caroténoïdes sont des pigments naturels, liposolubles, de couleur orange ou jaune, que l'on trouve dans les plantes, aussi bien dans les fruits que dans les feuilles. Ce sont de puissants antioxydants. Il existe principalement deux groupes de caroténoïdes qui sont des puissants neutraliseurs des espèces réactives de l'oxygène (ERO): ceux porteurs de substituants oxygénés (lutéine, zéaxanthine et cryptoxanthine) et ceux qui n'ont pas d'oxygène ( $\alpha$ -carotène,  $\beta$ -carotène et lycopène). Ils servent à protéger la chlorophylle des plantes contre l'oxydation et participent à la photosynthèse. Les plantes en contiennent une très grande variété. Parmi eux, une quarantaine garnit quotidiennement nos assiettes et une vingtaine circulent dans notre sang et nos tissus (OMS, 2000). Ils protègent principalement contre le cancer, les maladies cardiovasculaires et dégénératives, ainsi que le vieillissement prématuré. Ils jouent également un rôle anti-inflammatoire et favorise une bonne vision, la bonne santé de la peau et un bon système immunitaire (Cooper, 2004; Abdel-Aal *et al.*, 2013 ; Franscini & Palma, 2018). Les pertes en caroténoïdes enregistrées lors de notre étude seraient dues à une activité excessive des lipoxygénases dans les premiers instants de la cuisson, mais aussi et surtout à un flétrissement et aux dommages des tissus des feuilles. Cela aboutit à la lixiviation. Une perte des caroténoïdes peut également être provoquée au niveau de leurs insaturations qui les rendent sensibles à l'oxygène, à la lumière et à la chaleur, ils se dégradent donc facilement pendant les cuissons (Sriwichai, 2016). Il est donc nécessaire de consommer des fruits après avoir consommé les légumes cuits à l'eau afin de couvrir les besoins en vitamines et en caroténoïdes comme le recommande la FAO (2004).

Les composés phénoliques constituent une famille de molécules présentant une grande diversité de structure. Ce sont des composés possédant un ou plusieurs noyaux aromatiques avec un ou plusieurs groupes hydroxyle. Les composés phénoliques comprennent les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins et des composés moins courants tels que les stilbènes et les lignanes (Dai & Mumper, 2010). Les polyphénols sont des molécules organiques hydrosolubles comportant au moins un groupe phénolique dans leur structure et ayant en général un haut poids moléculaire largement, retrouvées dans le règne végétal. Ils sont issus du métabolisme secondaire des plantes (Abdessemed *et al.*, 2011). Ces composés sont hydrosolubles et la cuisson dans l'eau les extrait partiellement ou totalement du végétal dont, la saveur sera profondément modifiée (Richard, 2007). Ils possèdent des effets anti-inflammatoires, antiseptiques urinaires, antiradicalaires, hépato-protectrices, immunostimulantes, anti-thrombotiques, anti-cancérigènes (Stevenson & Hurst, 2007;

Vauzour *et al.*, 2010). Les polyphénols sont classés en deux groupes: les composés flavonoïdes et les composés non flavonoïdes. Les composés flavonoïdes sont regroupés en diverses familles: flavonols, flavanols, flavones, isoflavones, flavanones et anthocyanes. Les non flavonoïdes sont divisés en acides phénols et dérivés, lignanes et stilbènes. Leurs teneurs sont considérablement réduites lors de la cuisson des feuilles étudiées. Ces réductions sont dues soit à une diffusion des composés solubles dans l'eau de cuisson, soit à une hydrolyse enzymatique due à l'activation d'enzymes telles les polyphénols oxydases au début de la cuisson (Kadri, 2015). La dégradation thermique de ces molécules, ainsi que les changements dans leur réactivité chimique ou la formation de complexes insolubles, pourraient également expliquer leur réduction significative par la cuisson (Khaled & Maadsi, 2012). Ces composés étant connus comme des substances qui inhibent ou ralentissent l'oxydation d'un substrat, ils jouent un rôle important dans l'organisme et devraient y être présents en quantité élevée (Wainsten, 2009). La baisse de la teneur en composés polyphénoliques induit celle de l'activité antioxydante observée au cours de la cuisson des feuilles étudiées. Ces résultats sont conformes à ceux trouvés par Khaled et Maadsi (2012). En effet, ils ont montré que la cuisson entraînait une baisse des antioxydants et de l'activité antioxydante de courges appartenant aux espèces *Cucurbita moschata* et *Cucurbita pepo* en Algérie.

En outre, la teneur élevée de phytates et d'oxalates dans les légumes feuilles contribue considérablement à réduire la biodisponibilité des minéraux. La biodisponibilité d'un nutriment dans un aliment est la proportion de ce nutriment absorbable et assimilable par l'organisme pour en assurer les fonctions métaboliques (Njoumi, 2018). La biodisponibilité comprend les étapes suivantes: la digestion et la libération de la matrice alimentaire dans la lumière du tractus gastro-intestinal ou «bioaccessibilité»; le transport dans les entérocytes intestinaux; l'absorption; le transport vers les tissus pour l'utilisation et le transport vers les sites de stockage (Fairweather-Tait *et al.*, 2005). Les phytates sont des agents chélateurs des minéraux, ils réagissent directement avec les cations bivalents tels que le zinc, le fer, le calcium, le magnésium, le manganèse et le cuivre. L'inhibition de l'absorption des minéraux est basée sur la formation des complexes phytates-minéral ou peptide-phytates-minéral insolubles dans le tractus gastro-intestinal (Gibson *et al.*, 2010; Lönnerdal, 2010). Les oxalates sont des facteurs anti-nutritionnels. Ils contribuent à la chélation des minéraux afin de les rendre inaccessibles. Les rapports ci-dessous permettent de prévoir la biodisponibilité des différents minéraux : Phytates/Fe:1,0 selon Hurrell (2004) ; Phytates/zinc: 15 selon Al-Hasan *et al.* (2016) ; Phytates/calcium : 0,24 selon Gemedé *et al.* (2016) ; Oxalate/Ca et Oxalate/(Ca + Mg) : 2,5 selon Obah et Amusan (2009). Pour des valeurs inférieures à celles des rapports indiqués,

l'oligoélément est biodisponible alors que pour des valeurs supérieures, il est faiblement biodisponible (Hassan *et al.*, 2007). De même, les fibres alimentaires ont la capacité de créer des liaisons avec les minéraux, réduisant leur biodisponibilité (Matin *et al.*, 2013), or les minéraux sont d'une importance capitale dans l'organisme vivant.

La perte de tous ces facteurs antinutritionnels améliore les rapports de prévision de la biodisponibilité. Il apparaît dès lors que la cuisson des feuilles est un avantage pour une meilleure absorption de certains éléments minéraux, l'élimination partielle ou totale de ses composés antinutritionnels (Ekop & Eddy, 2005). Pour les quatre feuilles étudiées, le calcium est biodisponible car tous les rapports sont inférieurs aux seuils des différentes valeurs. Il en est de même pour le zinc dont le rapport est inférieur pour toutes les espèces sauf pour *S. radiatum* après 20 min de cuisson qui a une valeur supérieure au seuil. Toutefois, les feuilles de *M. arboreus* et *J. galeopsis* ont les valeurs seuils les plus faibles et donc les meilleures biodisponibilités. Le fer a une faible biodisponibilité dans trois des légumes feuilles sauf dans ceux *S. radiatum* avant 20 min de cuisson pour lesquels les valeurs sont inférieures au seuil. Ces résultats sont contraires à ceux de Zoro (2016) qui a trouvé une bonne biodisponibilité du fer dans cinq légumes feuilles dont *M. arboreus* achetés au marché de Yopougon, une commune d'Abidjan. Cette différence serait due à la provenance des plantes, celle-ci aurait donc une incidence sur sa composition physicochimique et nutritionnelle. Les feuilles sont donc une bonne source de nutriments ayant un grand intérêt pour la santé des consommateurs. Toutefois, la cuisson semble faire perdre plusieurs d'entre eux et réduire l'activité antioxydante des feuilles. Elle permet tout de même de réduire considérablement plusieurs facteurs antinutritionnels et d'améliorer la qualité de ces aliments ainsi que la biodisponibilité de leurs constituants minéraux. Les feuilles cuites pendant 10, 15 et 20 min d'Ahirôh (*S. radiatum*) sont riches en lipides alors que celles de Wogonibou (*M. arboreus*) sont plus riches en fibres. Quant aux feuilles d'Assiacriba (*J. galeopsis*) et d'Ahirôh (*S. radiatum*) (T0, T10 et T15) et de Foué (*S. americanum*) (T10), elles détiennent les plus fortes teneurs en fer, en zinc et en phosphore. Celles d'Assiacriba (*J. galeopsis*) et d'Ahirôh (*S. radiatum*) à 20 min de cuisson sont par contre caractérisées par de faibles teneurs en minéraux et s'appauvrissent globalement en minéraux et antinutriments durant la cuisson à l'eau. Après 10 min de cuisson à l'eau (T10), toutes les feuilles contiennent assez de fer, de zinc, de cuivre, de phosphore et de calcium. Les feuilles d'Ahirôh (T10) et de Foué (T10) ont été caractérisées par de fortes activités antioxydantes. Les feuilles de Wogonibou (*M. arboreus*) présentent la meilleure composition en phytonutriments, en minéraux avec une meilleure bioaccessibilité. Par contre, les feuilles de *S. americanum* ont été caractérisées par une meilleure composition en macronutriments. La

## RESULTATS ET DISCUSSION

cuisson au bout de 15 min présente globalement les meilleures compositions en nutriments dans les quatre feuilles étudiées.

### III. Conclusion partielle

L'évaluation de la qualité nutritive des feuilles de *Myrianthus arboreus*, *Solanum americanum*, *Justicia galeopsis* et de *Sesamum radiatum* avant et après cuisson a montré d'importantes variations selon la durée de cuisson (10, 15 et 20 min).

De façon générale, une baisse des cendres a été observée pour toutes les feuilles ainsi que la composition minérale. Cette baisse s'accroissait avec la durée de cuisson et se situait entre 6 à 40 %. Pour une même durée de cuisson, cette perte variait également selon la plante, avec une perte maximale enregistrée pour *S. americanum*. Quant à la teneur en glucides, elle a globalement diminué avec un taux de pertes situé entre 3 et 46 % ; les plus fortes pertes étant observées avec *S. americanum*. Cependant, les teneurs en protéines n'ont pas connu de variation significative avant et après cuisson, et ce, quelle que soit la durée de cuisson. Les teneurs en lipides ont globalement augmenté, passant du simple au double pour les feuilles de *M. arboreus* avec une teneur maximale de 2,59 mg/100 g. S'agissant de la teneur en fibres, elle a augmenté pour toutes les feuilles en fonction de la durée de cuisson avec une augmentation variant de 3 à 12 %. Les pertes les plus élevées ont été enregistrées à 20 min.

Concernant les phytonutriments, la vitamine C et l'activité antioxydante, ils ont subi une forte baisse, avec une perte allant jusqu'à 100 % pour les caroténoïdes au bout de 20 min de cuisson. Toutefois, l'activité antioxydante se situait entre 39 et 47 % à 20 min de cuisson. De même, la cuisson a permis de réduire les tanins, l'oxalate et les phytates, avec des pertes se situant entre 27 et 45 %. La cuisson à l'eau a eu un impact négatif sur certains nutriments tels les vitamines et les caroténoïdes et les minéraux qui ne peuvent pas être synthétisés par l'organisme humain.

Ainsi, les 4 feuilles cuites à l'eau sont pauvres en vitamine C et en caroténoïdes. Elles possèdent une activité antioxydante appréciable et des teneurs en minéraux à même de couvrir les besoins de l'organisme. La cuisson a permis une élimination des facteurs antinutritionnels afin de favoriser une meilleure disponibilité des minéraux. La durée de cuisson est donc un paramètre important à surveiller pour avoir de meilleurs aliments. La cuisson durant 15 min a causé moins de pertes de nutriments. De toutes les quatre feuilles étudiées, Wognonibou (*M. arboreus*) a subi moins de pertes. Les bénéfices liés à sa consommation pourraient justifier son omniprésence dans les préparations culinaires de la région d'Agboville.

## Chapitre III : CARACTERISATION BIOCHIMIQUE DES FEUILLES APRES SÉCHAGE

### I. Résultats

#### I.1. Composition biochimique et minérale des feuilles séchées

Les propriétés biochimiques des feuilles ont été modifiées après séchage (Tableau XIII). Les teneurs en cendres des feuilles augmentent au niveau de toutes les espèces, par contre les taux de protéines restent constants dans tous les feuilles tandis que les taux de lipides baissent pour toutes les feuilles quel que soit le mode de séchage. *Justicia galeopsis* et *Solanum americanum* cumulent les plus forts taux de lipides au cours du séchage solaire avec environ 1,02 %. Les taux de fibres augmentent avec le séchage au soleil ou à l'ombre pour les feuilles de *Myrianthus arboreus*, *S. americanum* et celles de *Sesamum radiatum* alors qu'ils baissent pour les feuilles de *J. galeopsis*. Les taux de glucides pour toutes les feuilles augmentent au cours des différents séchages sauf au niveau de *S. radiatum* pour lequel ces taux restent inchangés. Les taux de cendres les plus élevés ( $15,12 \pm 0,04$ ) sont observés chez *J. galeopsis* séché au soleil tandis que *S. radiatum* séché à l'ombre contient les plus faibles taux ( $11,93 \pm 0,04$  % de MS). Le taux de fibres le plus élevé est observé dans les feuilles de *M. arboreus* séchés au soleil et le taux le plus faible dans celles de *J. galeopsis* séchées à l'ombre avec respectivement des taux de  $62,10 \pm 0,20$  et  $42,95 \pm 0,28$  %. Le taux de protéines le plus élevé s'observe chez *S. americanum* quand les feuilles de *M. arboreus* et de *S. radiatum* ont les taux les plus faibles avec respectivement  $30,28 \pm 0,33$  et  $16,40 \pm 0,01$  %. *Myrianthus arboreus* et de *S. radiatum* ayant les mêmes taux de protéines. Quant aux glucides, le taux le plus élevé est noté chez *S. radiatum* et le plus faible chez *S. americanum* séchées au soleil avec des taux respectifs de  $24,90 \pm 0,23$  et  $14,94 \pm 0,12$  % de MS. Au niveau des cendres, *S. americanum* gagne 12,54 % de son taux de cendres après le séchage contre 12,25 % pour *J. galeopsis*, 28,57 % pour *S. radiatum* et 36,40 % *M. arboreus*.

Le tableau XIV présente les résultats de la teneur en minéraux selon les modes de séchage des quatre feuilles. Le séchage à l'ombre ou au soleil fait augmenter significativement au seuil de 5 % la teneur en minéraux des différentes feuilles. Cette augmentation varie diversement d'un mode de séchage à l'autre et d'une espèce à l'autre. La teneur en sodium obtenue avec le séchage solaire est supérieure à celle obtenue au cours du séchage à l'ombre pour *S. americanum* et inversement pour *S. radiatum*. Quant au magnésium, *M. arboreus* détient la plus forte teneur (495,78 mg/100 g) suivi de *S. americanum* (423,27 mg/100 g), mais *S. radiatum* dispose de la plus faible teneur (175,55 mg/100 g). *Sesamum radiatum* et *S.*

*americanum* contiennent les plus fortes concentrations en phosphore et en potassium alors que *M. arboreus* et *J. galeopsis* contiennent les plus faibles concentrations. Ces teneurs varient de 298,19 (*J. galeopsis*) à 572,74 mg/100 g (*S. americanum*) pour le phosphore et de 2030,89 (*M. arboreus*) et 2841,06 mg/100 g (*S. radiatum*) pour le potassium lors du séchage solaire. Le taux de calcium varie de 1011,02 à 1412,82 mg/100 g respectivement pour *S. americanum* et *J. galeopsis*. Quant à *S. radiatum*, il détient la plus forte teneur en fer alors que *M. arboreus* détient la plus faible teneur. Pour ce qui concerne le cuivre et le zinc, les teneurs varient de respectivement de 11,53 (*S. radiatum*) à 43,68 mg/100 g (*J. galeopsis*) et de 7,5 (*M. arboreus*) à 28,5 mg/100 g (*S. radiatum*). Les minéraux majeurs dans ces quatre feuilles sont le calcium et le potassium, vient ensuite le phosphore. *Myrianthus arboreus* renferme le plus fort de magnésium avec une valeur de  $495,56 \pm 1,78$  mg/100 g avant le séchage. Ce taux augmente à  $548,39 \pm 0,64$  mg/100 g après le séchage solaire. *Solanum americanum* contient la plus forte teneur en phosphore qui augmente de 432,58 à 572,27 mg/100 g après le séchage ; l'espèce *J. galeopsis* contient la plus forte teneur en calcium et en cuivre, pendant que les plus fortes teneurs en potassium, en fer et en zinc se trouvent chez *S. radiatum*.

RESULTATS ET DISCUSSION

**Tableau XIII:** Propriétés biochimiques des feuilles séchées

| Espèces et modes de traitement | Humidité (MS %)         | Glucides (% MS)         | Fibres (% MS)           | Proteines (% MS)        | Lipides (% MS)         | Cendres (% MS)          | Valeur énergétique (kcal/100g) |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| <i>Myrianthus arboreus</i>     |                         |                         |                         |                         |                        |                         |                                |
| ST                             | 86,89±0,11 <sup>e</sup> | 18,45±0,18 <sup>e</sup> | 51,78±0,18 <sup>g</sup> | 18,42±0,03 <sup>c</sup> | 1,35±0,03 <sup>g</sup> | 10±0,03 <sup>b</sup>    | 122,11±0,07 <sup>d</sup>       |
| SS                             | 12,89±0,03 <sup>c</sup> | 18,77±0,12 <sup>e</sup> | 62,10±0,20 <sup>i</sup> | 16,39±0,01 <sup>a</sup> | 0,96±0,08 <sup>c</sup> | 12,78±0,01 <sup>d</sup> | 115,09±0,13 <sup>a</sup>       |
| SO                             | 13,46±0,03 <sup>d</sup> | 18,50±0,08 <sup>e</sup> | 53,63±0,02 <sup>h</sup> | 17,88±0,01 <sup>b</sup> | 0,86±0,03 <sup>b</sup> | 13,64±0,03 <sup>e</sup> | 116,92±0,09 <sup>b</sup>       |
| <i>Sesamum radiatum</i>        |                         |                         |                         |                         |                        |                         |                                |
| ST                             | 91,43±0,08 <sup>h</sup> | 25,16±0,15 <sup>f</sup> | 45,93±0,13 <sup>d</sup> | 18,39±0,01 <sup>c</sup> | 1,28±0,01 <sup>f</sup> | 9,24±0,05 <sup>a</sup>  | 145,89±0,1 <sup>i</sup>        |
| SS                             | 8,67±0,03 <sup>a</sup>  | 24,90±0,20 <sup>f</sup> | 47,50±0,19 <sup>f</sup> | 16,40±00 <sup>a</sup>   | 0,87±0,03 <sup>b</sup> | 11,93±0,04 <sup>c</sup> | 136,65±0,12 <sup>g</sup>       |
| SO                             | 9,42±0,07 <sup>b</sup>  | 24,80±0,23 <sup>f</sup> | 46,10±0,22 <sup>e</sup> | 18,01±0,01 <sup>b</sup> | 0,79±0,02 <sup>a</sup> | 12,91±0,03 <sup>d</sup> | 139,19±0,07 <sup>h</sup>       |
| <i>Justicia galeopsis</i>      |                         |                         |                         |                         |                        |                         |                                |
| ST                             | 90,32±0,04 <sup>g</sup> | 13,54±0,30 <sup>b</sup> | 48,04±0,31 <sup>f</sup> | 23,62±0,01 <sup>f</sup> | 1,33±0,03 <sup>g</sup> | 13,47±0,05 <sup>e</sup> | 117,43±0,08 <sup>c</sup>       |
| SS                             | 8,57±0,07 <sup>a</sup>  | 16,57±0,22 <sup>d</sup> | 43,99±0,11 <sup>c</sup> | 21,62±00 <sup>d</sup>   | 1,02±0,02 <sup>d</sup> | 14,81±0,10 <sup>f</sup> | 120,95±0,11 <sup>d</sup>       |
| SO                             | 9,55±0,04 <sup>b</sup>  | 18,38±0,13 <sup>e</sup> | 42,95±0,15 <sup>b</sup> | 23,11±0,01 <sup>e</sup> | 0,94±0,01 <sup>c</sup> | 15,12±0,04 <sup>g</sup> | 129,92±0,12 <sup>e</sup>       |
| <i>Solanum americanum</i>      |                         |                         |                         |                         |                        |                         |                                |
| ST                             | 89,37±0,05 <sup>f</sup> | 13,08±0,25 <sup>a</sup> | 42,09±0,14 <sup>a</sup> | 31,29±0,34 <sup>i</sup> | 1,18±0,01 <sup>e</sup> | 12,36±0,08 <sup>d</sup> | 132,20±0,15 <sup>f</sup>       |
| SS                             | 8,81±0,03 <sup>a</sup>  | 14,94±3,35 <sup>c</sup> | 45,50±3,24 <sup>d</sup> | 30,28±0,32 <sup>h</sup> | 1,03±0,03 <sup>d</sup> | 13,76±0,02 <sup>e</sup> | 135,76±0,08 <sup>fg</sup>      |
| SO                             | 9,62±0,02 <sup>b</sup>  | 16,11±0,57 <sup>d</sup> | 43,78±0,28 <sup>c</sup> | 29,31±0,33 <sup>g</sup> | 0,88±0,01 <sup>b</sup> | 13,91±0,02 <sup>e</sup> | 136,93±0,05 <sup>g</sup>       |

**Moyennes et écart-types n=3. Les moyennes de la même colonne ayant des exposants différents sont significativement différentes (P<0,05) selon le test de Duncan.**

ST correspond à la matière fraîche, SS correspond au séchage solaire et SO correspond au séchage à l'ombre

RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau XIV: Composition en minéraux des feuilles séchées

| Espèces<br>et traitements  | Na<br>(mg /100g)        | Mg<br>(mg /100g)          | P<br>(mg /100g)          | K<br>(mg /100g)           | Ca<br>(mg /100g)          | Fe<br>(mg /100g)        | Cu<br>(mg /100g)        | Zn<br>(mg /100g)        |
|----------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <i>Myrianthus arboreus</i> |                         |                           |                          |                           |                           |                         |                         |                         |
| ST                         | 17,09±0,84 <sup>b</sup> | 495,78±2,65 <sup>g</sup>  | 261,68±0,05 <sup>b</sup> | 1804,52±2,38 <sup>a</sup> | 1141,20±0,42 <sup>d</sup> | 7,00±0,07 <sup>a</sup>  | 20,39±0,17 <sup>e</sup> | 12,93±0,07 <sup>a</sup> |
| SS                         | 19±0,05 <sup>d</sup>    | 548,39±1,23 <sup>i</sup>  | 318,25±2,57 <sup>d</sup> | 2031,89±3,03 <sup>c</sup> | 1252,18±0,43 <sup>f</sup> | 13,2±0,03 <sup>de</sup> | 25,03±0,16 <sup>h</sup> | 13,51±0,11 <sup>c</sup> |
| SO                         | 18,27±0,42 <sup>d</sup> | 529,29±1,36 <sup>h</sup>  | 373,90±2,05 <sup>e</sup> | 2128,38±1,05 <sup>e</sup> | 1188,23±0,59 <sup>e</sup> | 9,08±0,30 <sup>c</sup>  | 23,42±0,11 <sup>g</sup> | 15,14±0,22 <sup>e</sup> |
| <i>Sesamum radiatum</i>    |                         |                           |                          |                           |                           |                         |                         |                         |
| ST                         | 13,90±0,30 <sup>a</sup> | 175,55±1,61 <sup>a</sup>  | 479,50±1,48 <sup>g</sup> | 2433,88±1,03 <sup>h</sup> | 1186,81±0,60 <sup>e</sup> | 36,03±0,14 <sup>j</sup> | 10,92±0,09 <sup>a</sup> | 25,61±0,21 <sup>h</sup> |
| SS                         | 30,41±0,20 <sup>e</sup> | 211,31±0,39 <sup>c</sup>  | 488,26±0,74 <sup>h</sup> | 2841,06±0,88 <sup>l</sup> | 1276,84±1,49 <sup>g</sup> | 39,05±0,09 <sup>k</sup> | 13,00±0,01 <sup>c</sup> | 27,02±0,05 <sup>i</sup> |
| SO                         | 42,20±0,32 <sup>f</sup> | 198,47±1,52 <sup>bc</sup> | 489,23±1,81 <sup>h</sup> | 2777,2±2,07 <sup>k</sup>  | 1297,41±3,82 <sup>h</sup> | 40,11±0,05 <sup>k</sup> | 11,53±0,03 <sup>b</sup> | 28,28±0,22 <sup>j</sup> |
| <i>Justicia galeopsis</i>  |                         |                           |                          |                           |                           |                         |                         |                         |
| ST                         | 17,81±0,50 <sup>c</sup> | 194,89±2,22 <sup>b</sup>  | 236,26±0,41 <sup>a</sup> | 1978,2±0,80 <sup>b</sup>  | 1348,78±1,27 <sup>i</sup> | 08,19±0,11 <sup>b</sup> | 34,77±0,20 <sup>i</sup> | 6,02±0,10 <sup>b</sup>  |
| SS                         | 19,15±0,08 <sup>d</sup> | 234,96±0,13 <sup>d</sup>  | 298,19±0,51 <sup>c</sup> | 2211,64±4,32 <sup>f</sup> | 1402,08±2,96 <sup>j</sup> | 22,06±0,08 <sup>f</sup> | 40,32±0,05 <sup>j</sup> | 11,72±0,10 <sup>d</sup> |
| SO                         | 18,41±0,04 <sup>d</sup> | 342,51±0,21 <sup>d</sup>  | 371,23±1,69 <sup>e</sup> | 2090,2±2,29 <sup>d</sup>  | 1412,82±0,86 <sup>j</sup> | 27,58±0,06 <sup>h</sup> | 43,68±0,06 <sup>k</sup> | 11,50±0,09 <sup>d</sup> |
| <i>Solanum americanum</i>  |                         |                           |                          |                           |                           |                         |                         |                         |
| ST                         | 45,07±0,80 <sup>g</sup> | 423,27±1,10 <sup>e</sup>  | 432,58±0,46 <sup>f</sup> | 2337,94±1,33 <sup>g</sup> | 608,68±1,24 <sup>a</sup>  | 12,43±0,01 <sup>d</sup> | 17,56±0,05 <sup>d</sup> | 18,88±0,24 <sup>f</sup> |
| SS                         | 51,40±0,87 <sup>i</sup> | 490,20±2,83 <sup>g</sup>  | 572,74±2,62 <sup>j</sup> | 2590,73±2,36 <sup>i</sup> | 1011,02±2,27 <sup>c</sup> | 26,47±0,08 <sup>g</sup> | 22,46±0,16 <sup>f</sup> | 21,32±0,03 <sup>g</sup> |
| SO                         | 48,81±0,09 <sup>h</sup> | 456,45±0,29 <sup>f</sup>  | 544,12±1,67 <sup>i</sup> | 2688,05±1,24 <sup>j</sup> | 938,00±1,22 <sup>b</sup>  | 32,74±0,03 <sup>i</sup> | 23,70±0,20 <sup>g</sup> | 22,03±0,07 <sup>g</sup> |

Moyennes et écart-types n=3. Les moyennes de la même colonne ayant des exposants différents sont significativement différentes (P<0,05) selon le test de Duncan. ST correspond à la matière fraîche, SS correspond au séchage solaire et SO correspond au séchage à l'ombre.

## I.2. Composition nutritionnelle et activité antioxydante dans les feuilles séchées

Les teneurs en flavonoïdes des différentes feuilles au cours du séchage sont représentées sur la figure 31. Ces teneurs augmentent significativement au seuil de 5 % de façon globale pour toutes les quatre feuilles pendant le séchage. Elles augmentent fortement pour *S. americanum* de 38,18 à 79,35 mg/100g de MS, pour *S. radiatum* de 44,10 à 87,23 mg/100g de MS et pour *J. galeopsis* de 27,03 à 78,08 mg/100g de MS, puis faiblement pour *M. arboreus* de 29,89 à 35,05mg/100g de MS.

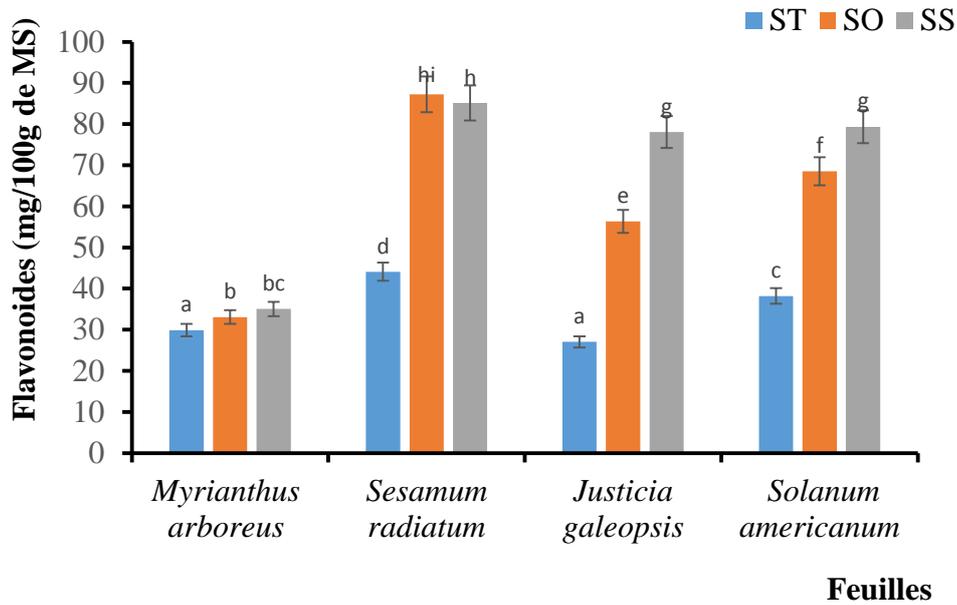
Les teneurs en polyphénols des différentes feuilles au cours du séchage sont représentées sur la figure 32. Avant le séchage, *S. radiatum* (295,50 mg/100 g) contient plus de polyphénols alors que *J. galeopsis* (211,79 mg/100 g) est l'espèce qui en contient moins. Ces teneurs augmentent au cours des différents séchages. De toutes les espèces, *Justicia galeopsis* détient le plus fort taux (926,12 mg/100 g) après le séchage solaire alors que *S. americanum* en contient plus (549,14 mg/100 g) après le séchage à l'ombre. *Myrianthus arboreus* est l'espèce qui renferme le plus faible taux (379,02 et 297 mg/100 g) après le séchage solaire et le séchage à l'ombre.

Les teneurs en caroténoïdes des différentes feuilles au cours du séchage sont représentées sur la figure 33. Ces teneurs baissent brusquement et fortement de manière générale au cours du séchage solaire. Avant le séchage, les teneurs en caroténoïdes sont comprises entre 1,67 mg/100 g de MF pour *M. arboreus* et 4,25 mg/100 g de MF pour *S. radiatum*. Les pertes en caroténoïdes se situent entre 92,21 et 96,47 % pour respectivement *S. radiatum* et *M. arboreus* tandis qu'elles sont évaluées à 55,25 et 69,88 % respectivement pour *J. galeopsis* et *M. arboreus* au cours du séchage à l'ombre.

Les teneurs en vitamine C des différentes feuilles au cours du séchage sont représentées sur la figure 34. Ces teneurs baissent brusquement et fortement de manière générale avec des pourcentages allant de 94,81 à 96,55 % respectivement pour *J. galeopsis* et *S. americanum* au cours du séchage solaire, tandis qu'elles sont comprises entre 77,61 et 87,75 % respectivement pour *S. radiatum* et *M. arboreus* au cours du séchage à l'ombre.

Les activités antioxydantes des feuilles augmentent significativement avec le séchage (Figure 35). Pour les feuilles fraîches, ces teneurs sont comprises entre 80,94 et 82,17 %. Pour les feuilles séchées au soleil, les activités antioxydantes se situent entre 162,02 et 185,36 % respectivement pour *S. radiatum* et *S. americanum*, alors que pour le séchage à l'ombre, cette activité se situe entre 123,14 pour *J. galeopsis* et 174,02 % pour *S. americanum*. En conséquence, les activités antioxydantes sont les plus exprimées durant le séchage à l'ombre

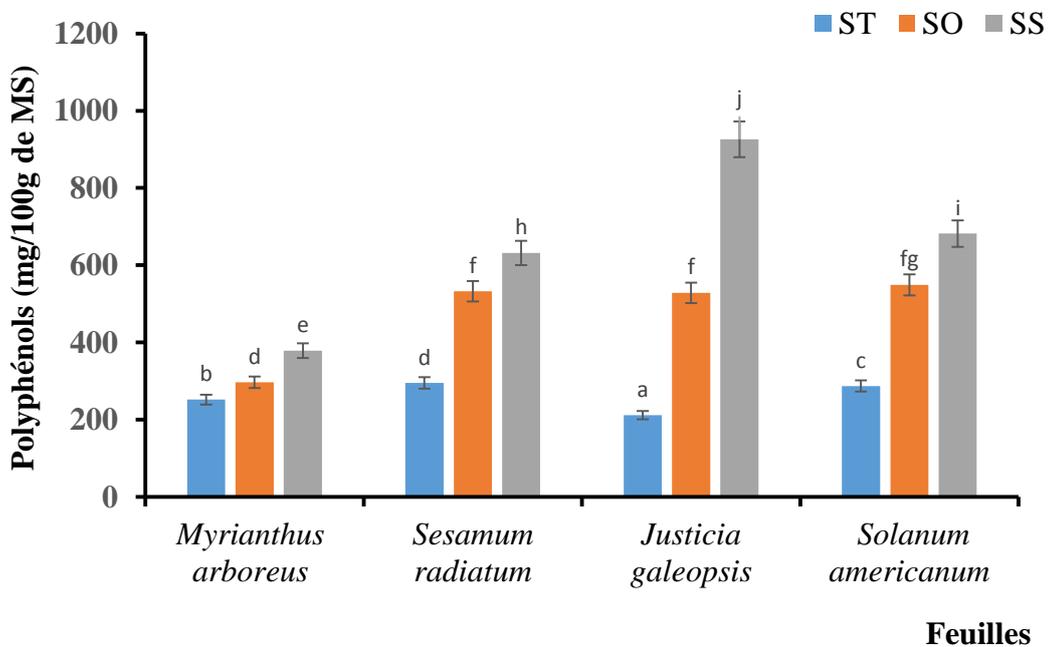
comparativement au séchage solaire.



Les lettres a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p et q sont des moyennes de trois essais rangées par ordre croissant avec une différence statistique à 95 %.

**Figure 31:** Evolution des teneurs en flavonoïdes des feuilles séchées

ST correspond à la matière fraîche, SO correspond au séchage à l'ombre et SS au séchage solaire.

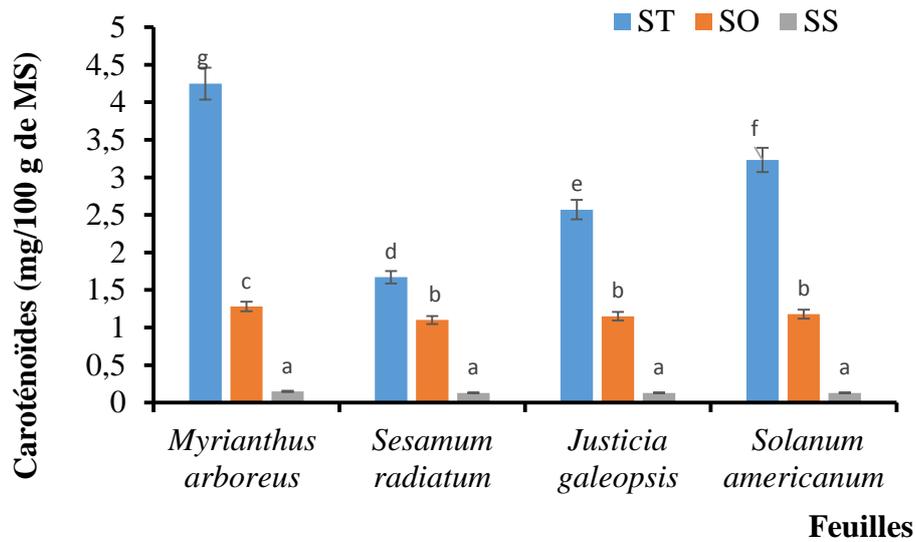


Les lettres a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p et q sont des moyennes de trois essais rangées par ordre croissant avec une différence statistique à 95 %.

**Figure 32 :** Evolution des teneurs en polyphénols des feuilles séchées

- ST correspond à la matière fraîche, SO correspond au séchage à l'ombre et SS au séchage solaire.

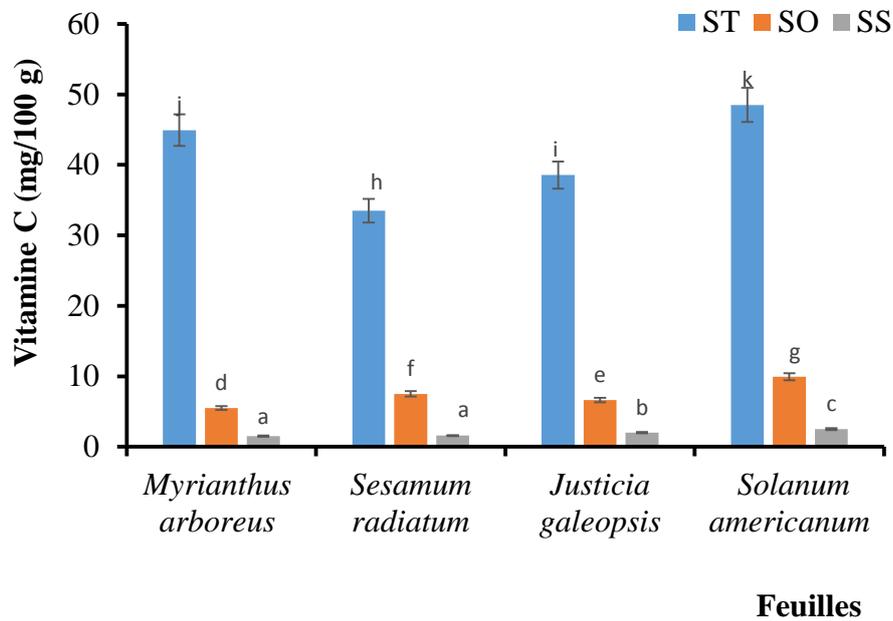
## RESULTATS ET DISCUSSION



Les lettres a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p et q sont des moyennes de trois essais rangées par ordre croissant avec une différence statistique à 95 %.

**Figure 33:** Evolution des teneurs en caroténoïdes des feuilles séchées

ST correspond à la matière fraîche, SO correspond au séchage à l'ombre et SS au séchage solaire.

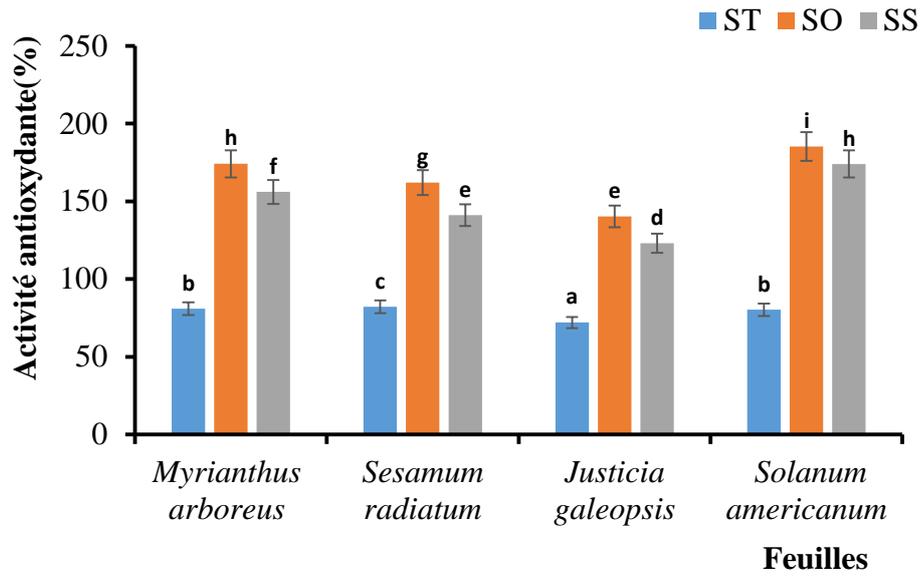


Les valeurs des Les lettres a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p et q sont des moyennes de trois essais rangées par ordre croissant avec une différence statistique à 95 %.

**Figure 34 :** Evolution des teneurs en vitamine C des feuilles séchées

ST correspond à la matière fraîche, SO correspond au séchage à l'ombre et SS au séchage solaire.

## RESULTATS ET DISCUSSION



Les lettres a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p et q sont des moyennes de trois essais rangées par ordre croissant avec une différence statistique à 95 %.

**Figure 35:** Evolution des activités antioxydantes des feuilles séchées

ST correspond à la matière fraîche, SO correspond au séchage à l'ombre et SS au séchage solaire.

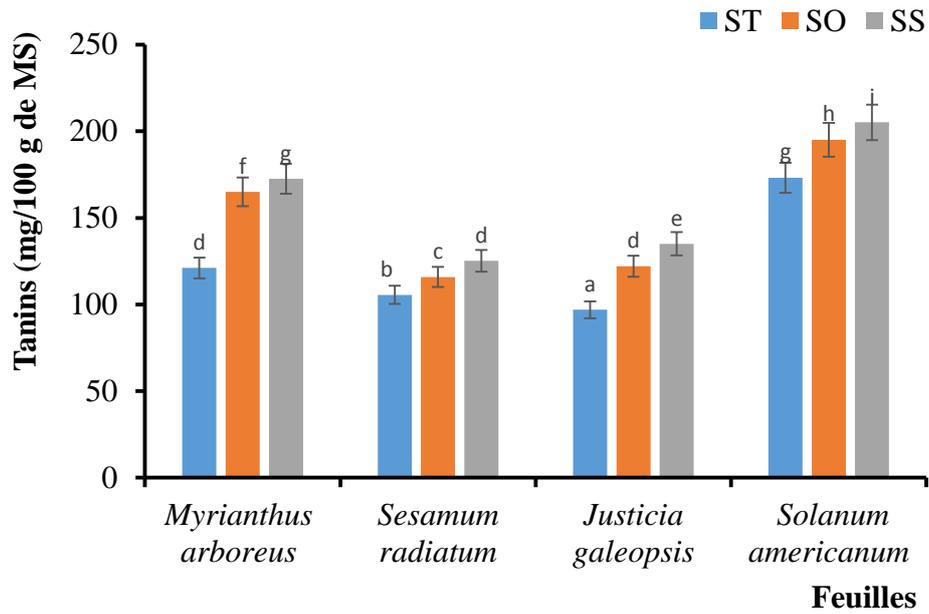
### I.3 .Composition antinutritionnelle des feuilles séchées

Les teneurs en tanins des différentes feuilles au cours du séchage sont représentées sur la figure 36. Ces teneurs augmentent significativement au seuil de 5 % au cours du séchage et les plus fortes valeurs ont été enregistrées après le séchage solaire. *Solanum americanum*, avec une valeur de 173,18 mg/100 g de MS, est l'espèce qui contient le plus de tanins à l'état frais. Cette valeur augmente à 195,02 et 205,12 mg/100 g de MS respectivement après le séchage à l'ombre et au soleil. A l'état frais, *J. galeopsis* est l'espèce qui contient la plus faible teneur en tanins (96,98 mg/100 g de MS). Cependant après le séchage à l'ombre et au soleil, les plus faibles teneurs en tanins se sont retrouvées dans les feuilles de *S. radiatum* avec respectivement 115,90 et 125,23 mg/100 g de MS.

Les teneurs en oxalates des différentes feuilles au cours du séchage sont représentées sur la figure 37. Ces teneurs augmentent significativement au seuil de 5% au cours du séchage. Avant et après les différents séchages, *S. americanum* détient les plus fortes teneurs en oxalates (802,08 mg/100 g de MS à l'état frais contre 1089,22 mg/100 g de MS après le séchage à l'ombre et 1243,25 mg/100 g de MS après le séchage au soleil). Les plus faibles teneurs en oxalates se sont retrouvées dans les feuilles de *M. arboreus* contenant 517,52 mg/100 g de MS à l'état frais, 642,12 mg/100 g de MS après séchage à l'ombre et 799,35 mg/100 g après séchage solaire. Pour toutes les espèces étudiées, la teneur en oxalates augmente plus au cours du séchage solaire comparativement au séchage à l'ombre.

Les teneurs en phytates des différentes feuilles augmentent également significativement au seuil de 5 % au cours du séchage (Figure 38). Comparé au séchage à l'ombre, ces valeurs sont plus importantes durant le séchage au soleil. A l'état frais, *S. radiatum* renferme plus de phytates (34,46 mg/100 g de MS) pendant que *M. arboreus* détient la plus faible teneur (25,58 mg/100 g de MS). Après le séchage, c'est *S. americanum* qui renferme la plus forte teneur en phytates (59,27 mg/100 g et 84,22 mg/100 g de MS respectivement après séchage à l'ombre et séchage au soleil). Les plus faibles teneurs sont détenues par *M. arboreus* avec 45,24 mg/100 g de MS après séchage solaire et 63,15 mg/100 g de MS après séchage à l'ombre.

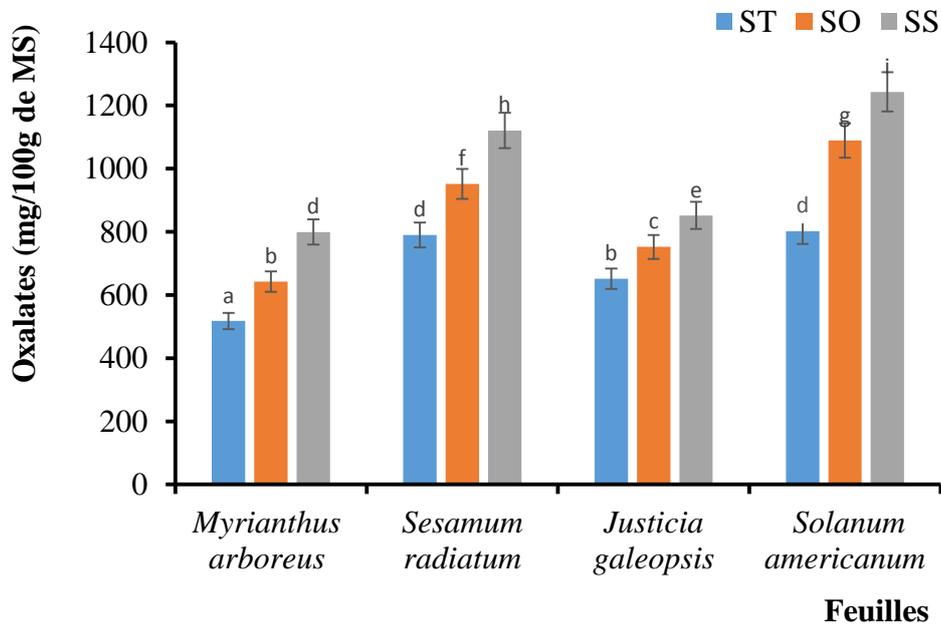
## RESULTATS ET DISCUSSION



Les lettres a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p et q sont des moyennes de trois essais rangées par ordre croissant avec une différence statistique à 95 %.

**Figure 36:** Evolution des teneurs en tanins des feuilles séchées.

ST correspond à la matière fraîche, SO correspond au séchage à l'ombre et SS au séchage solaire.

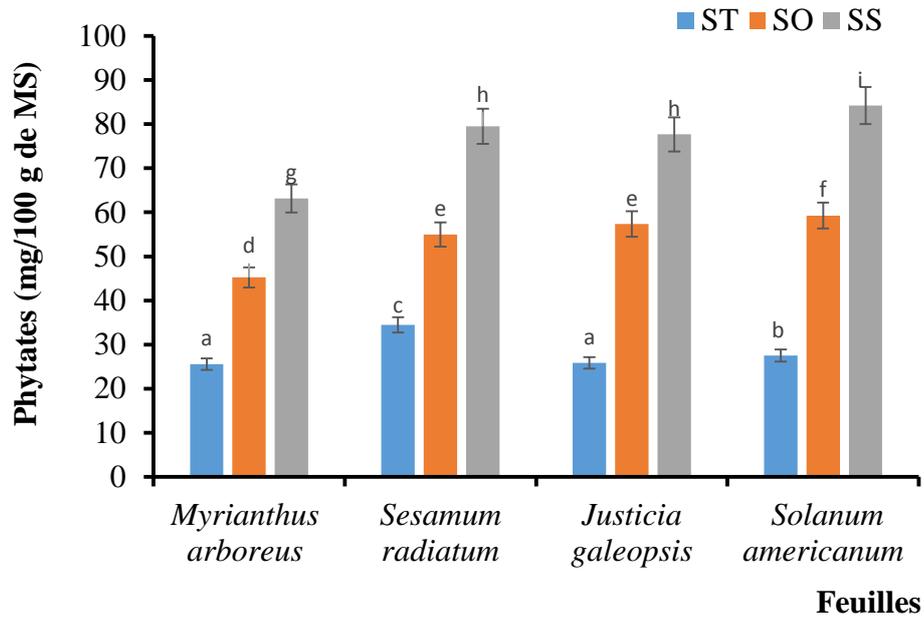


Les lettres a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p et q sont des moyennes de trois essais rangées par ordre croissant avec une différence statistique à 95 %.

**Figure 37:** Evolution des teneurs en oxalates des feuilles séchées.

ST correspond à la matière fraîche, SO correspond au séchage à l'ombre et SS au séchage solaire.

## RESULTATS ET DISCUSSION



Les lettres a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p et q sont des moyennes de trois essais rangées par ordre croissant avec une différence statistique à 95 %.

**Figure 38:** Evolution des teneurs en phytates des feuilles séchées

ST correspond à la matière fraîche, SO correspond au séchage à l'ombre et SS au séchage solaire.

#### I.4. Bioaccessibilité et biodisponibilité des minéraux dans les feuilles séchées

Les rapports numériques entre les facteurs antinutritionnels et certains minéraux contenus dans les feuilles ont été fortement modifiés pendant le séchage (Tableau XV).

Les rapports Oxalates/(Mg+Ca) sont tous inférieurs à 2,5 (valeur seuil de référence) quels que soient le mode de séchage et l'espèce de feuilles. Ces valeurs augmentent au cours séchage à l'ombre et au soleil. La plus faible valeur (0,37) est observée avec *M. arboreus* et la plus forte (0,83) avec *S. americanum*.

De même, les rapports Oxalates/Ca sont tous inférieurs à 2,5 (valeur seuil de référence) quels que soient le mode de séchage et l'espèce de feuilles considérés. Ces valeurs augmentent également au cours séchage excepté pour *S. americanum*, où l'on observe une diminution. La plus faible valeur (0,54) est observée avec *M. arboreus* et *J. galeopsis*, tandis que la plus forte valeur (1,23) est observée avec *S. americanum*.

Quant aux rapports Phytates/Fe, ils sont tous supérieurs à la valeur seuil de référence de 0,4 avant et après séchage pour toutes les feuilles. Ce rapport augmente au cours du séchage pour toutes les feuilles sauf pour *J. galeopsis* pour lequel l'on observe une baisse. Le rapport le plus élevé est observé avec *M. arboreus* et le plus faible avec *S. radiatum* avec respectivement 7,16 et 1,15.

Les rapports Phytates/Ca sont tous inférieurs à 0,24 (valeur seuil de référence). Ces rapports augmentent avec les différents types de séchage et sont compris entre 0,03 et 0,07. Cependant, les rapports Phytates/Zn sont tous supérieurs à 1,5 (valeur seuil de référence) après le séchage. Ces rapports augmentent également au cours du séchage des différentes espèces de feuilles.

**Tableau XV: Rapports numériques entre les facteurs antinutritionnels et certains minéraux contenus dans les-feuilles séchées**

|                            | Oxalates/(Ca+Mg)              | Oxalates/Ca                  | Phytates /Fe                          | Phytates/Ca                           | Phytates /Zn                          |
|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Valeur seuil de référence  | 2,5<br>(Obah & Amusan , 2009) | 2,5<br>(Obah & Amusan, 2009) | 1,0<br>(Hurrell <i>et al.</i> , 2004) | 0,24<br>(Gemedé <i>et al.</i> , 2016) | 15<br>(Al-Hasan <i>et al.</i> , 2016) |
| <i>Myrianthus arboreus</i> |                               |                              |                                       |                                       |                                       |
| ST                         | 0,33                          | 0,45                         | 1,72                                  | 0,02                                  | 1,98                                  |
| SS                         | 0,44                          | 0,64                         | 6,60                                  | 0,07                                  | 11,60                                 |
| SO                         | 0,37                          | 0,54                         | 7,16                                  | 0,05                                  | 4,29                                  |
| <i>Sesamum radiatum</i>    |                               |                              |                                       |                                       |                                       |
| ST                         | 0,58                          | 0,67                         | 0,96                                  | 0,03                                  | 1,35                                  |
| SS                         | 0,75                          | 0,88                         | 1,41                                  | 0,04                                  | 2,03                                  |
| SO                         | 0,64                          | 0,73                         | 1,15                                  | 0,04                                  | 1,63                                  |
| <i>Justicia galeopsis</i>  |                               |                              |                                       |                                       |                                       |
| ST                         | 0,42                          | 0,48                         | 3,16                                  | 0,02                                  | 4,30                                  |
| SS                         | 0,46                          | 0,54                         | 2,60                                  | 0,04                                  | 4,88                                  |
| SO                         | 0,49                          | 0,60                         | 1,64                                  | 0,03                                  | 3,92                                  |
| <i>Solanum americanum</i>  |                               |                              |                                       |                                       |                                       |
| ST                         | 0,78                          | 1,32                         | 2,21                                  | 0,05                                  | 1,46                                  |
| SS                         | 0,83                          | 1,23                         | 2,62                                  | 0,07                                  | 3,25                                  |
| SO                         | 0,78                          | 1,16                         | 1,80                                  | 0,06                                  | 2,68                                  |

ST correspond à la matière fraîche, SO correspond au séchage à l'ombre et SS au séchage solaire.

## I.5. Relation entre les composés dans les feuilles après séchage

### 1.5.1. Relation entre les composés biochimiques des feuilles séchées

Les caractéristiques physicochimiques et énergétiques des quatre feuilles ont été corrélées aux deux premiers facteurs F1 et F2 qui ont servi à expliquer l'ACP. Ils ont cumulé 64,81% de la variabilité totale. Le premier facteur (F1) a enregistré une valeur propre de 2,593 et a exprimé 37,04% de variance totale observée. Avec une valeur propre de 1,944, la composante F2 a exprimé 27,77% de la variabilité totale (Annexe 16).

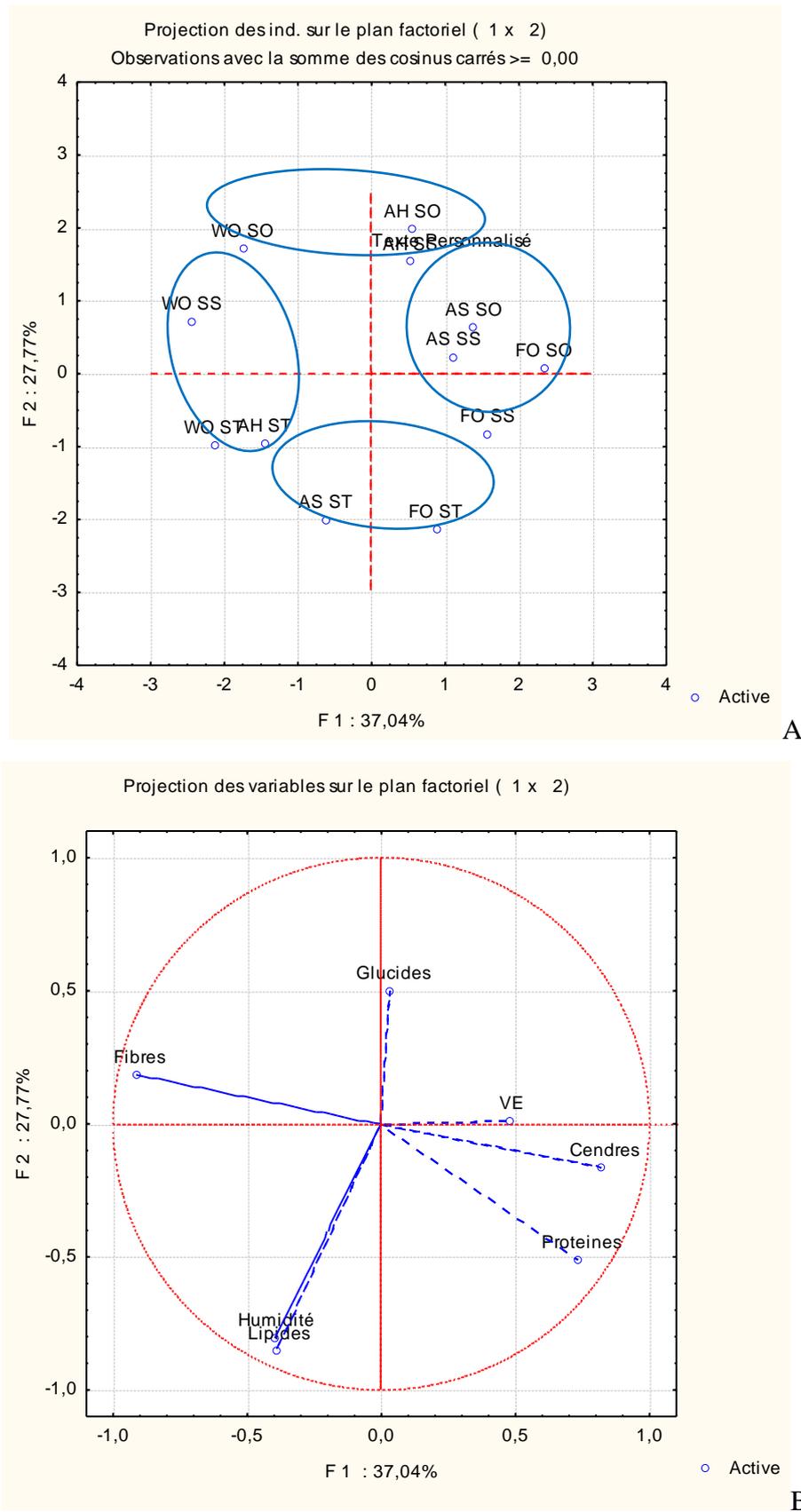
Le tableau de contribution des observations (Annexe 17) montre que les échantillons WO SS (20,85 %), FO SO (19,23 %), WO ST (15,95 %) et WO SO (10,74 %) ont été ceux qui ont été prépondérants à la formation de F1. Par contre, la composante F2 a dû sa formation à FO ST (21,34 %), AS ST (18,82 %), AH SO (18,44 %) et WO SO (13,84 %).

La contribution des variables est présentée par l'annexe 18. Les fibres (32,24 %), les cendres (25,97 %) et les protéines (20,78 %) ont contribué majoritairement à la formation de la composante F1 avec une forte corrélation positive alors que la composante F2 a dû sa formation aux lipides (37,46 %) et à l'humidité (33,09 %).

Sur la base des deux axes F1 et F2, la figure 39 indique que les feuilles séchées de *Wogonibou* (*M. arboreus*) sont riches en fibres tandis que celles d'*Ahirôh* (*S. radiatum*) sont riches en glucides et celles d'*Assiacriba* (*J. galeopsis*) présentent une forte valeur énergétique. Les feuilles séchées et fraîches de *Foué* (*S. americanum*) quant à elles, sont riches en cendres et en protéines. Enfin, les feuilles fraîches des trois autres feuilles sont riches en lipides avec une forte teneur en humidité. Ces résultats montrent que le séchage à l'ombre permet une meilleure conservation des fibres, des protéines, des cendres et des lipides d'une part ; et d'autre part que les espèces *M. arboreus*, *S. americanum* et *S. radiatum* conservent mieux les composés biochimiques au cours du séchage.

Les coefficients de Pearson (Tableau XVI) montrent une forte corrélation positive entre l'humidité avec les lipides (0,91). Par contre, une forte corrélation négative est observée entre les fibres et les protéines (0,70), puis entre les fibres et les cendres (0,75). Notons également que les protéines sont corrélées positivement avec les cendres (0,54).

## RESULTATS ET DISCUSSION



**Figure 39:** Projection des feuilles séchées (A) et de leurs caractéristiques biochimiques et énergétiques (B) dans le plan factoriel 1-2 de l'ACP. VE : Valeur Energétique  
WO correspond à *Wognonibou*, AH correspond à *Ahirôh*, AS correspond à *Assiacriba* et FO correspond à *Foué*, ST correspond à la matière fraîche sans traitement, SO correspond au séchage à l'ombre et SS au séchage solaire. .

RESULTATS ET DISCUSSION

**Tableau XVI** : Matrice de corrélation de l'ACP des caractéristiques bicochimiques et énergétiques des feuilles séchées dans le plan factoriel 1-2 de l'ACP

|                  | Humidité        | Cendres          | Lipides   | Fibres           | Proteines        | Glucides | VE       |
|------------------|-----------------|------------------|-----------|------------------|------------------|----------|----------|
| <b>Humidité</b>  | 1,000000        |                  |           |                  |                  |          |          |
| <b>Cendres</b>   | -0,229210       | 1,000000         |           |                  |                  |          |          |
| <b>Lipides</b>   | <b>0,915473</b> | -0,123183        | 1,000000  |                  |                  |          |          |
| <b>Fibres</b>    | 0,089747        | <b>-0,750825</b> | 0,144280  | 1,000000         |                  |          |          |
| <b>Protéines</b> | -0,003404       | 0,547593         | 0,015537  | <b>-0,702624</b> | 1,000000         |          |          |
| <b>Glucides</b>  | -0,064177       | -0,059317        | -0,219096 | -0,217539        | <b>-0,507785</b> | 1,000000 |          |
| <b>VE</b>        | -0,007291       | 0,168084         | -0,064846 | -0,470068        | 0,207786         | 0,342537 | 1,000000 |

VE : valeur énergétique.

### 1.5.2. Relation entre les minéraux des feuilles séchées

Les éléments minéraux des quatre feuilles étudiées sont corrélés aux deux premiers axes F1 et F2 qui ont servi à expliquer l'ACP. Ils ont cumulé 60,47 % de la variabilité totale. Le premier axe (F1) a enregistré une valeur propre de 3,223 et exprime 35,81 % de variance totale observée. Avec une valeur propre de 2,220, la composante F2 a exprimé 24,66 % de la variabilité totale (Annexe 19).

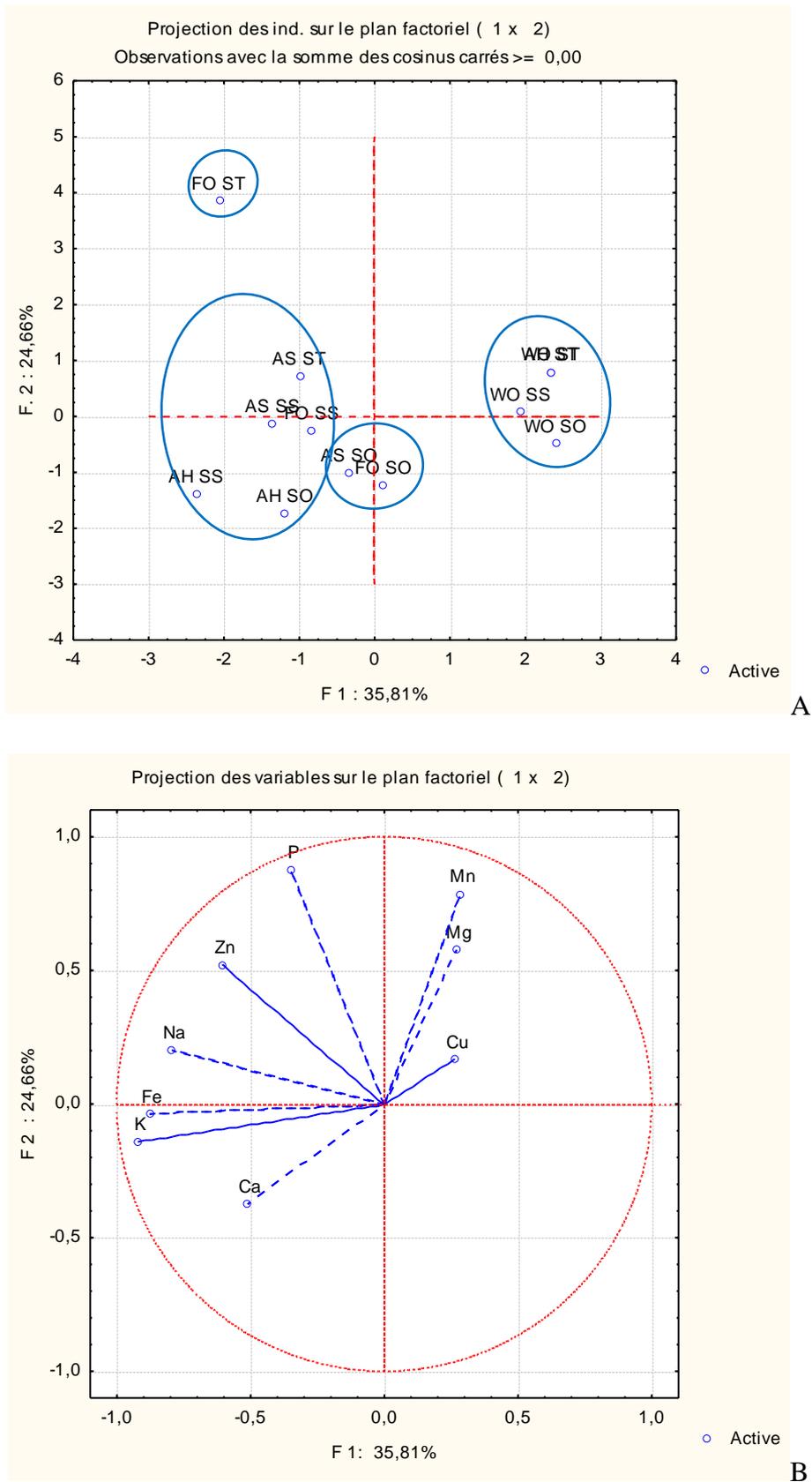
Le tableau de contribution des observations (Annexe 20) a permis d'identifier les individus qui ont contribué significativement à la formation des composantes F1 et F2. Ainsi, WO SO (16,23 %), AH SS (15,84 %), WO ST (15,54 %), AH ST (15,54 %) et FO ST (12,00 %) ont été prépondérants à la formation de la composante F1. Par contre, la composante F2 a dû sa formation essentiellement à FO ST (60,84 %).

Le tableau de contribution des variables (Annexe 21) a montré que le potassium (26,34 %), le fer (23,92 %) et le sodium (19,55 %) ont été majoritaires à la formation de la composante F1 alors que, la composante F2 a dû sa formation au phosphore (34,56 %), au potassium (17,90 %), au magnésium (14,98 %) et au zinc (12,27 %).

Sur la base des deux axes F1 et F2, la figure 40 a indiqué que les feuilles fraîches et séchées au soleil de *Wognonibou* (*Myrianthus arboreus*), ainsi que les feuilles fraîches d'*Ahirôh* (*Sesamum radiatum*) sont riches en cuivre et en magnésium. Les feuilles fraîches de *Foué* (*Solanum americanum*) sont riches en phosphore, alors que les feuilles fraîches et séchées au soleil d'*Assiacriba* (*Justicia galeopsis*) sont riches en zinc, en sodium et en phosphore. Quant aux feuilles séchées d'*Ahirôh*, celles d'*Assiacriba* séchées à l'ombre et de *Foué* séchées au soleil, elles renferment plus de fer, de potassium et de calcium. Les espèces *M. arboreus* et *S. radiatum* sont plus riches en minéraux après le séchage. Le séchage à l'ombre et le séchage solaire ont la même incidence sur la composition minérale des feuilles.

Les coefficients de Pearson (Tableau XVII) indiquent que le sodium est corrélé positivement avec le phosphore (0,54), le potassium (0,53) et le fer (0,63). Quant au phosphore, il est en corrélation positive avec le zinc (0,57), le potassium en corrélation avec le calcium (0,62) et le zinc (0,51) et en forte corrélation positive avec le fer (0,80).

## RESULTATS ET DISCUSSION



**Figure 40:** Projection des feuilles séchées (A) et des minéraux (B) dans le plan factoriel 1-2 de l'ACP

WO correspond à *Wogonibou*, AH correspond à *Ahirôh*, AS correspond à *Assiacriba* et FO correspond à *Foué*, ST correspond à la matière fraîche sans traitement, SO correspond au séchage à l'ombre et SS au séchage solaire.

RESULTATS ET DISCUSSION

**Tableau XVII** : Matrice de corrélation de l'ACP des minéraux des feuilles séchées dans le plan factoriel 1-2 de l'ACP

|    | Na              | Mg        | P               | K               | Ca        | Fe       | Cu       | Zn       |
|----|-----------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------|----------|----------|----------|
| Na | 1,000000        |           |                 |                 |           |          |          |          |
| Mg | -0,224191       | 1,000000  |                 |                 |           |          |          |          |
| P  | <b>0,539802</b> | 0,233409  | 1,000000        |                 |           |          |          |          |
| K  | <b>0,527392</b> | -0,165452 | 0,141147        | 1,000000        |           |          |          |          |
| Ca | 0,135773        | -0,312502 | -0,112311       | <b>0,624788</b> | 1,000000  |          |          |          |
| Fe | <b>0,633797</b> | 0,007004  | 0,161490        | <b>0,849330</b> | 0,465737  | 1,000000 |          |          |
| Cu | -0,397467       | 0,368797  | -0,152453       | -0,224078       | -0,101191 | 0,111467 | 1,000000 |          |
| Zn | 0,429945        | 0,028193  | <b>0,575534</b> | <b>0,516365</b> | -0,073994 | 0,487728 | 0,112675 | 1,000000 |

### 1.5.3. Relation entre les antinutriments et les minéraux des feuilles séchées

Les caractéristiques antinutritionnelles et les minéraux des quatre feuilles séchées ont été corrélés aux deux premiers axes F1 et F2 cumulant 57,72 % de la variabilité totale. Ils ont servi à expliquer l'ACP (Figure 41). Le premier axe (F1) a enregistré une valeur propre de 4,4545 et a exprimé 57,72 % de variance totale observée. Avec une valeur propre de 2,4719, la composante F2 a, par contre exprimé 20,599 % de la variabilité totale (Annexe 22).

L'annexe 23 présente la contribution des observations. Il a montré que WO SO (31,41 %), FO ST (16,73 %), WO SS (11,28 %) et FO SS (10,42 %) étaient les individus qui ont été prépondérants à la formation de la composante F1 alors que F2 doit sa formation à FO ST (38,36 %), AH SS (14,37 %), AH SO (14,39 %) WO ST (12,06 %) et AH ST (12,06 %).

L'annexe 24 a montré que le fer (18,27 %), le potassium (17,00 %), le sodium (11,41 %), l'oxalate (18,68 %) et les tanins (10,22 %) ont contribué majoritairement à la formation de F1. Par contre, la composante F2 a dû sa formation au magnésium (17,83 %) et au phosphore (22,92 %).

Sur la base du plan 1-2, il est ressorti que *Wognonibou* (*Myrianthus arboreus*) et *Ahirôh* (*Sesamum radiatum*) frais sont riches en cuivre, *Assiacriba* (*Justicia galeopsis*) et *Foué* (*Solanum americanum*) frais riches en magnésium, en phosphore, en tanins, en zinc, en sodium et en oxalates (Figure 41). Par ailleurs, les feuilles séchées au soleil d'*Assiacriba* et *Ahirôh* sont plus riches en fer, en potassium, en calcium et en phytates, quand les feuilles séchées au soleil de *Foué* renferment plus de sodium. L'espèce *M. arboreus* conserve plus de phytonutriments après le séchage. Il ressort également que les deux modes de séchage ont la même incidence sur les facteurs antinutritionnels et les minéraux.

Les coefficients de Pearson (Tableau XVIII) indiquent que la présence des tanins influence positivement celle des oxalates (0,76). La présence des oxalates influence positivement celle des tanins (0,76), du potassium (0,72) et celle du fer (0,78). La présence de sodium favorise celle du phosphore (0,54), du potassium (0,53) et du fer (0,63). Enfin, la présence du potassium favorise celle du calcium (0,63), du fer (0,85) et celle du zinc (0,52).



RESULTATS ET DISCUSSION

**Tableau XVIII** : Matrice de corrélation de l'ACP des minéraux et antinutriments des feuilles séchées dans le plan factoriel 1-2 de l'ACP

|          | Tanins       | Oxalates     | Phytates     | Na           | Mg     | P            | K            | Ca     | Fe    | Cu    | Zn    |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------|--------------|--------------|--------|-------|-------|-------|
| Tanins   | 1,000        |              |              |              |        |              |              |        |       |       |       |
| Oxalates | <b>0,766</b> | 1,000        |              |              |        |              |              |        |       |       |       |
| Phytates | 0,2570       | 0,417        | 1,000        |              |        |              |              |        |       |       |       |
| Na       | 0,499        | 0,482        | 0,168        | 1,000        |        |              |              |        |       |       |       |
| Mg       | 0,450        | 0,311        | 0,294        | -0,224       | 1,000  |              |              |        |       |       |       |
| P        | 0,488        | 0,457        | -0,179       | <b>0,540</b> | 0,233  | 1,000        |              |        |       |       |       |
| K        | 0,350        | <b>0,724</b> | 0,510        | <b>0,527</b> | -0,165 | 0,141        | 1,000        |        |       |       |       |
| Ca       | 0,289        | 0,475        | 0,415        | 0,136        | -0,312 | -0,112       | <b>0,625</b> | 1,000  |       |       |       |
| Fe       | 0,473        | <b>0,785</b> | <b>0,541</b> | <b>0,634</b> | 0,007  | 0,161        | <b>0,849</b> | 0,466  | 1,000 |       |       |
| Cu       | -0,081       | 0,140        | 0,152        | -0,397       | 0,369  | -0,152       | -0,224       | -0,101 | 0,111 | 1,000 |       |
| Zn       | 0,001        | 0,468        | 0,144        | 0,430        | 0,028  | <b>0,575</b> | <b>0,516</b> | -0,074 | 0,488 | 0,113 | 1,000 |

#### **1.5.4. Relation entre les phytonutriments, la vitamine C et l'activité antioxydante des feuilles séchées**

Les phytonutriments, la vitamine C et l'activité antioxydante des quatre feuilles séchées ont été corrélés aux deux premiers axes F1 et F2 cumulant 89,10 % de la variabilité totale. Ils ont servi à expliquer l'ACP (Figure 42). Le premier axe (F1) a enregistré une valeur propre de 2,626 et a exprimé 52,51 % de variance totale observée. Avec une valeur propre de 1,829, la composante F2 par contre a exprimé 36,59 % de la variabilité totale (Annexe 25).

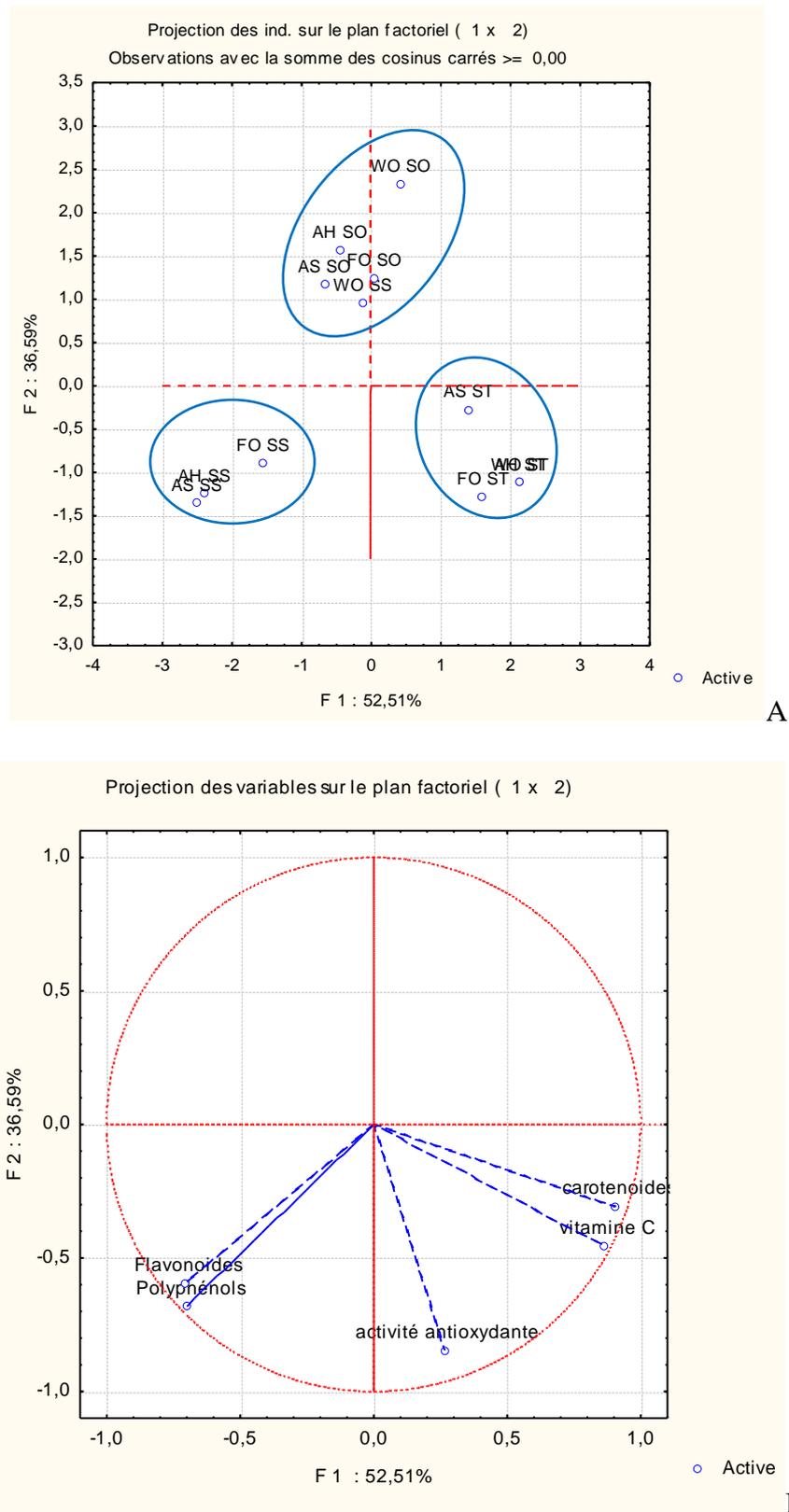
Le tableau de contribution des observations (Annexe 26) a montré que les échantillons AS SS (21,76 %), AH SS (19,93 %), WO ST (15,73%) et AH ST (15,73 %) ont été prépondérants à la formation de la composante F1. Par contre, F2 doit sa formation à WO SO (26,99 %), AH SO (12,16 %), AS SS (9,15 %), FO ST (8,09 %), FO SO (7,76 %) et AH SS (7,71 %).

L'annexe a montré que les caroténoïdes (31,32 %), la vitamine C (28,42 %), les flavonoïdes (19,01 %) et les polyphénols (18,54 %) ont contribué majoritairement à la formation de F1. Par contre, la composante F2 a dû sa formation à l'activité antioxydante (39,03%), aux polyphénols (25,28 %), aux flavonoïdes (19,29 %) et à la vitamine C (11,28 %).

Sur la base du plan 1-2, il est ressorti que les quatre feuilles fraîches sont toutes riches en caroténoïdes, en vitamine C et possèdent une forte activité antioxydante. Toutefois lorsqu'elles sont séchées au soleil, ils sont plus riches en flavonoïdes et en polyphénols (Figure 42). Les échantillons de feuilles séchées à l'ombre WO SO, AH SO, FO SO ont conservé le plus de phytonutriments, de vitamine C et une forte activité antioxydante. Le séchage apparaît donc comme la méthode indiquée pour une meilleure conservation des phytonutriments, de la vitamine C et une meilleure activité antioxydante.

Les coefficients de Pearson (Tableau XIX) montrent que la présence de la vitamine C est fortement liée à celle des caroténoïdes (0,95). De même, l'activité antioxydante est liée à la présence de la vitamine C (0,53) et celle des polyphénols est liée aux flavonoïdes (0,87).

## RESULTATS ET DISCUSSION



**Figure 42:** Projection des feuilles séchées et des phytonutriments, de la vitamine C et de l'activité antioxydante dans le plan factoriel 1-2 de l'ACP.

WO correspond à *Wogonibou*, AH correspond à *Ahirôh*, AS correspond à *Assiacriba* et FO correspond à *Foué*, ST correspond à la matière fraîche sans traitement, SO correspond au séchage à l'ombre et SS au séchage solaire.

**Tableau XIX** : Matrice de corrélation de l'ACP des phytonutriments, de la vitamine C et de l'activité antioxydante des feuilles séchées dans le plan factoriel 1-2 de l'ACP

|                              | <b>Caroténoïdes</b> | <b>Vitamine C</b> | <b>Polyphénols</b> | <b>Activité antioxydante</b> | <b>Flavonoïdes</b> |
|------------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Caroténoïdes</b>          | 1,000000            |                   |                    |                              |                    |
| <b>Vitamine C</b>            | <b>0,953143</b>     | 1,000000          |                    |                              |                    |
| <b>Polyphénols</b>           | -0,401738           | -0,289440         | 1,000000           |                              |                    |
| <b>Activité antioxydante</b> | 0,379059            | <b>0,530337</b>   | 0,356712           | 1,000000                     |                    |
| <b>Flavonoïdes</b>           | -0,381481           | -0,278915         | <b>0,870026</b>    | 0,170978                     | 1,000000           |

## II. Discussion

Les différentes feuilles comestibles subissent le plus souvent divers traitements avant consommation. Certains traitements sont nécessaires surtout lorsque les denrées sont périssables et périodiques. Le séchage est une opération unitaire qui consiste à éliminer par évaporation l'eau d'un corps sous l'effet de l'air et/ou de la chaleur (Bimbenet *et al.*, 2002a ; Nedjmi & Soussou, 2014). Les conditions de conservation par séchage restent très archaïques car, elles influent négativement sur les qualités organoleptiques et sensorielles des denrées agroalimentaires. Le séchage peut provoquer des modifications morphologiques telles que la déformation et des modifications de la texture mais également provoquer une contamination (Parkouda *et al.*, 2016), d'où la nécessité d'observer les bonnes pratiques de traitement. Les feuilles deviennent friables et changent d'aspects (Abugre, 2011). La saveur et l'arôme des feuilles dépendent de la présence de nombreux composés chimiques. Ainsi, l'acidité est fonction de la présence d'acides organiques. Le goût sucré est essentiellement lié à la concentration en glucides comme le fructose. L'astringence de certains produits végétaux est liée à la présence de tanins. Le séchage les concentre en modifiant leur astringence dans les feuilles. Le goût et la comestibilité des aliments seraient améliorés lors de la cuisson (Adefegha & Oboh, 2011). Quant à l'arôme, il dépend de la présence de nombreux composés organiques volatils comportant des groupements alcool, aldéhyde, cétone, ester et terpène modifiant la saveur (Albitar, 2010). Ces composés ont une solubilité dans l'eau variable selon leur nature et selon la température. Leur volatilité est, par ailleurs, augmentée aux températures élevées; ce qui provoque des pertes d'arôme (Ife & Kuipers, 2003). Enfin, les réactions d'oxydation peuvent contribuer à détruire certains composants d'arômes insaturés. Après cuisson, la concentration en chacun des composants initiaux des arômes est donc modifiée (Randrianatoandro, 2010).

Les chlorophylles sont les principaux pigments des feuilles donnant leur coloration verte. La destruction de ces chlorophylles, localisées dans les chloroplastes est rapide (Tchiégang, 2004). Au cours des traitements par la chaleur, les molécules de chlorophylle a et b subissent une dénaturation de leur support lipoprotéique protecteur, puis perdent leur molécules de magnésium, en particulier en milieu acide (Randrianatoandro, 2010). Les phéophytines issues de la conversion de la chlorophylle par la substitution de l'atome de magnésium par l'hydrogène ont une couleur brunâtre, jugée souvent moins attractive (Ahmed *et al.*, 2002). Il est possible d'atténuer cet effet défavorable en effectuant des traitements à haute température mais de courte durée ou en augmentant le pH du milieu de cuisson. La cuisson en

milieu oxydant se traduit par des ouvertures des porphyrines et des décolorations. Les caroténoïdes sont des pigments relativement stables à la chaleur mais, très sensibles aux réactions d'oxydation (Randrianatoandro, 2010). Les polyphénols présents dans la plupart des végétaux constituent les substrats principaux du brunissement enzymatique. Ainsi, sous l'action des polyphénol oxydases, ces composés s'oxydent en quinones rougeâtres instables qui évoluent ensuite en polymères bruns ou noirâtres (Smith *et al.*, 2005). Pour éviter que ces réactions se produisent, il faut préalablement blanchir les légumes avant la mise en morceaux.

On distingue plusieurs techniques de séchages dont le séchage au soleil et le séchage à l'ombre. Ce sont des procédés couramment utilisés car accessibles et moins coûteux (CTA, 2008). Le séchage au soleil dépend des rayons solaires, de la température et du vent alors que celui à l'ombre n'est soumis qu'aux deux derniers paramètres climatiques que sont la température et le vent (Sawadogo, 2005). L'objectif du séchage d'un produit est d'abaisser sa teneur en eau de telle sorte que son activité de l'eau soit portée à une valeur permettant sa conservation à la température ordinaire sur de longues durées (Bimbenet *et al.*, 2002a). Lorsque l'activité de l'eau baisse dans les aliments, la dégradation ralentit également, entraînant une inhibition de l'action des microorganismes. Les réactions enzymatiques s'en trouvent ainsi ralenties ; permettant la préservation de l'aliment (Bimbenet *et al.*, 2002b ; Nedjmi & Soussou, 2014).

Ainsi, les propriétés physicochimiques des quatre feuilles ont été suivies au cours de deux types de séchages: un séchage au soleil et un séchage à l'ombre. Ce qui a permis d'apprécier l'influence du séchage sur les caractéristiques biochimiques et nutritionnelles de ces feuilles. Des modifications ont été notées par espèce pour les différents composants. C'est ainsi que la teneur en eau des feuilles étudiées a connu une forte chute. Le séchage à l'ombre a donné des teneurs en eau comprises entre 9,42 et 13,46 % alors que le séchage solaire a donné des taux compris entre 8,57 et 12,89 %. La baisse de la teneur en eau est plus prononcée avec le séchage solaire qu'avec le séchage à l'ombre. Ces valeurs sont similaires à celles de Sriwichai (2016) qui a trouvé un taux d'humidité de 12 % dans les feuilles de Brède chouchou et de Morinaga. Toutefois, cette teneur dépend étroitement de la durée de séchage des feuilles.

Les teneurs en cendres des feuilles fraîches sont inférieures à celles des feuilles séchées au soleil ou à l'ombre pour toutes les espèces, allant de 8,64 à 13,12 % pour le séchage à l'ombre et de 8,93 à 12,81 % pour le séchage solaire. Les cendres constituent le résidu solide restant après la combustion d'un produit biologique, elles se composent uniquement de la matière minérale renfermant l'ensemble des sels minéraux (Savadogo, 2006). De plus, les réactions ayant lieu au cours du séchage favoriseraient la disponibilité de plusieurs éléments minéraux

accroissant ainsi le taux de cendres.

Les lipides ont connu une chute au cours du séchage. Cette chute serait due à des modifications des lipides par oxydation, hydrolyse ou décomposition par la chaleur. Ces modifications sont liées aux liaisons insaturées provoquant un rancissement et donc une perte d'acides gras (Nedjmi & Soussou, 2014). De même, certains corps gras auraient subi des transformations (fusion et migration) au cours du séchage, ce qui pourrait entraîner une baisse de leur teneur (Touati, 2008 ; Noumi *et al.*, 2011).

Pour chaque espèce, les feuilles séchées au soleil et à l'ombre ont des teneurs en protéines quasi constantes. Cependant ces teneurs sont légèrement inférieures à celles des feuilles fraîches quel que soit le mode de séchage. Ces résultats corroborent ceux de Touati (2008) qui ont indiqué que les protéines risquent une dénaturation chaque fois que la température du produit humide avoisine ou dépasse le seuil maximal de 80 °C. Cette dénaturation ne saurait se produire à travers l'utilisation des séchages au soleil et à l'ombre, méthodes présentant des températures nettement inférieures à ce seuil (Savadogo, 2006 ; Parkouda *et al.*, 2016).

Les glucides ont des valeurs moyennes (comprises entre 14,94 et 24,90 % de MS) qui varient selon l'espèce de feuilles de même que selon le mode séchage. Ces glucides restent constants dans certaines feuilles mais augmentent dans d'autres. Les travaux de Zoro (2016) ont montré pour cinq légumes feuilles consommés dans le Sud de la Côte d'Ivoire que le taux de glucides variait pour toutes les feuilles et était compris entre 21,89 à 49,27 %, résultats qui ne sont pas conformes aux nôtres. Cette différence pourrait être due à l'âge de maturité des feuilles et à leur provenance.

La teneur en vitamine C baisse considérablement au cours du séchage pour toutes les feuilles. Ces résultats concordent avec ceux d'Oluwalana *et al.* (2011) qui ont montré que la quantité de vitamine C décroît au cours du séchage de *Talinatum triangulare*. La vitamine C est une vitamine thermoinstable et elle est détruite par oxydation catalysée par la lumière. Cette évolution au cours du séchage a été observée par Massot (2010) qui a évalué l'effet de la lumière sur la variation de la teneur en vitamine C dans le fruit de tomate. De même, l'on observe une forte chute de la teneur en caroténoïdes au cours du séchage. Par leur structure chimique, et en particulier par la présence d'une chaîne carbonée polyconjuguée, les caroténoïdes sont des molécules sensibles à l'oxygène, à la lumière, à l'acidité, aux métaux et à la chaleur (Renard, 2014). Ainsi, le départ de l'eau des cellules végétales provoque un changement de structure entraînant la libération et la destruction de ces molécules. Ces résultats sont conformes à ceux de Sriwichai (2016) qui a évalué la perte des caroténoïdes en fonction

de la température. Par contre, l'activité antioxydante a considérablement augmenté au cours du séchage. En effet, le séchage a une répercussion positive sur la concentration des polyphénols qui sont d'excellents antioxydants. De plus, les flavonoïdes ont connu une augmentation au cours du séchage. La destruction des caroténoïdes et de la vitamine C n'étant pas totale, toutes leurs actions conjuguées contribueraient à accroître l'activité antioxydante.

Toutes les feuilles sont riches en minéraux. De plus, le séchage a entraîné une hausse très appréciable des minéraux pour chaque légume feuille. Le séchage solaire pendant 3 jours concentre plus les constituants dans les feuilles que le séchage à l'ombre. Ces résultats sont en accord avec ceux d'Oluwalana *et al.* (2011) qui ont indiqué que la concentration en substances minérales augmentait avec le séchage. Les rapports prévisionnels de la biodisponibilité des différents minéraux que sont Ca, Fe, Mg et Zn laissent toutefois déduire que la teneur élevée de tous les constituants, y compris les antinutriments au cours du séchage, contribuent à rendre ces minéraux non disponibles pour l'utilisation de l'organisme.

Les feuilles sont beaucoup consommées mais demeurent surtout les denrées des populations n'ayant pas assez de moyens pour s'offrir les aliments exotiques en provenance des supermarchés. Ces denrées leur permettent de couvrir et de varier leurs régimes alimentaires (Danel, 2005 ; Badia *et al.*, 2014 ; Sahoré *et al.*, 2014 ; HLPE, 2017). De nombreuses expériences consacrées aux feuilles révèlent leurs bonnes qualités nutritionnelles. Les feuilles traditionnelles sont généralement riches en éléments minéraux, vitamines, fibres et facteurs nutritionnels, sans présenter de facteurs antinutritionnels rédhibitoires (Edoun *et al.*, 2011). Face aux nombreuses maladies liées à la carence en vitamines A et en fer, aux maladies dégénératives et aux maladies cardiovasculaires, la richesse des légumes en minéraux, en vitamines et en antioxydants, la faible teneur de lipides et ainsi que la présence non négligeable de protéines sont des atouts pour leur consommation.

Cependant, les feuilles séchées ont le désavantage de contenir encore de nombreux facteurs antinutritionnels (tanins, oxalates et phytates) en grande quantité, ce qui réduit l'accessibilité de ces nutriments qui sont chélatés. Les feuilles séchées devront subir un traitement culinaire permettant d'éliminer ces antinutriments avant d'être consommées. Les quatre feuilles étudiées dans ce travail sont *Myrianthus arboreus*, *Sesamum radiatum*, *Justicia galeopsis* et *Solanum americanum*. A partir du séchage subi par chacun d'eux, l'on note une très bonne composition en phytonutriments et en minéraux respectivement dans les feuilles de *S. radiatum*, *J. galeopsis*, *S. americanum* et de *M. arboreus*. Ces résultats vont dans le même sens que ceux de Jimam *et al.* (2015) et Loukou (2018a) qui indiquent que *S. radiatum* et *J. galeopsis* sont de très bonnes sources de micronutriments et possèdent un fort potentiel

## RESULTATS ET DISCUSSION

antioxydant certain, donc ils seraient de haute valeur nutritive avec un effet santé indéniable. Le séchage à l'ombre a l'avantage de conserver le maximum d'éléments nutritifs mais présente une durée d'exécution plus longue que celle du séchage solaire.

### III. Conclusion partielle

L'évaluation de la qualité nutritive des feuilles de *Myrianthus arboreus*, *Solanum americanum*, *Justicia galeopsis* et de *Sesamum radiatum* avant et après séchage à l'ombre et au soleil a montré d'importantes variations selon le mode de séchage. Les deux procédés de séchage utilisés sont le séchage solaire pendant 3 jours avec une exposition au soleil pendant 8 h et le séchage à l'ombre réalisé sur la paillasse du laboratoire pendant 15 jours. Les produits secs obtenus à la fin du séchage ont fortement perdu certains nutriments de haute valeur tels que la vitamine C et les caroténoïdes. L'oxydation est une cause primaire de perte, en particulier pour la vitamine C et les caroténoïdes dont les pertes se situent respectivement entre 77 et 87 %, puis entre 55 et 70 % au cours du séchage à l'ombre. Les pertes les plus importantes sont causées par le séchage solaire. Mais les deux modes de séchage permettent d'obtenir les mêmes concentrations en flavonoïdes, en polyphénols, en minéraux et en protéines. Les flavonoïdes, les polyphénols, les minéraux et les protéines ont fortement augmenté. Cela permet de disposer de denrées à fortes teneurs en nutriments pouvant être conservées. Les feuilles séchées contiennent parallèlement de fortes teneurs en facteurs antinutritionnels.

Les feuilles de *Wogonibou* (*M. arboreus*) séchées sont plus riches en fibres tandis que celles d'*Ahirôh* (*S. radiatum*) sont plus riches en glucides, et celles d'*Assiacriba* (*J. galeopsis*) présentent une forte valeur énergétique et sont plus riches en cendres et celles de Foué (*S. americanum*) en protéines. Le séchage à l'ombre a entraîné l'augmentation de la concentration de plusieurs minéraux tels que le fer, le potassium et le calcium dans les feuilles.

Au total, les 4 feuilles séchées au soleil et à l'ombre sont plus riches en flavonoïdes, en polyphénols et possèdent une forte activité antioxydante ; mais elles sont pauvres en vitamine C et en caroténoïdes. Le séchage à l'ombre a permis une meilleure conservation des nutriments dans les feuilles séchées et serait à recommander en vue d'avoir des aliments de bonne qualité nutritive.

**CONCLUSION  
GENERALE  
ET  
PERSPECTIVES**

Face à la raréfaction des ressources alimentaires cultivées, les plantes spontanées semblent offrir une alternative fiable pour la satisfaction des besoins alimentaires des populations. Une étude ethnobotanique menée dans le département d'Agboville a permis de repertorier 96 plantes spontanées entrant dans l'alimentation. Ces plantes sont réparties en 87 genres et 48 familles parmi lesquelles les Malvaceae, les Fabaceae, les Arecaceae, les Lamiaceae et les Solanaceae étaient les plus représentées. Ces plantes appartiennent à différents types morphologiques que sont les arbres, les arbustes, les herbes et les lianes avec une prépondérance des arbres (44,83 %). Cette étude nous a également conduits à interroger 400 personnes et ménages qui ont partagé leurs connaissances en relation avec l'utilisation alimentaire des plantes spontanées. Cette population est constituée d'autochtones (40,30%), d'allochtones (51,90 %) et d'allogènes (7,80 %), les allochtones étant les plus représentés. Cette population est également constituée de 92 % de nationaux et de 8 % de non nationaux, avec un niveau d'instruction secondaire prépondérant. Les enquêtés ont majoritairement localisé ces plantes dans les jachères et les champs. Les fruits (41,70%), les feuilles (32,20%) et les graines (25,40%) restent les parties des plantes spontanées les plus utilisées dans l'alimentation. Ces organes sont utilisés à des fins alimentaires par la population enquêtée en dépit de quelques utilisations dans la médecine traditionnelle.

Ces espèces végétales se répartissaient en trois classes, à savoir les plantes fortement connues et consommées, les moyennement connues et consommées et les faiblement connues et consommées. Après la récolte, le séchage est le traitement principal subi par les aliments en vue de la conservation, surtout lorsque ces denrées devaient être consommées plus tard. La cuisson reste le mode de traitement de la majeure partie des aliments avant leur consommation notamment

Pour les analyses physicochimiques et nutritionnelles, les feuilles de quatre plantes ont été sélectionnées sur la base de divers critères dont entre autres, l'absence de données nutritionnelles, leur utilisation en médecine traditionnelle. Il s'agissait respectivement de *Myrianthus arboreus*, *Solanum americanum*, *Justicia galeopsis* et *Sesamum radiatum*. Les analyses effectuées sur les feuilles fraîches, cuites à l'eau et séchées, ont révélé des teneurs satisfaisantes en phytonutriments, en sels minéraux et en protéines.

La cuisson à l'eau a eu l'avantage de rendre les nutriments bioaccessibles et d'éliminer les facteurs antinutritionnels ; mais elle entraînait des pertes dont l'ampleur augmente avec la durée de cuisson, l'espèce végétale considérée et la nature des nutriments. Certains nutriments tels que la vitamine C et les caroténoïdes étaient quasiment détruits après 20 min de cuisson. Les minéraux ont également connu une baisse mais sont restés suffisants pour couvrir les

besoins humains. L'activité antioxydante étant liée à plusieurs molécules, elle a également baissé au cours de la cuisson. Au total, les pertes augmentaient avec la durée de cuisson et un temps de 15 min de cuisson a donné des aliments enregistrant le moins de pertes de nutriments. Quant au séchage, il a favorisé une augmentation des concentrations aussi bien des nutriments que des antinutriments. Toutefois, le séchage à l'ombre a présenté plus d'avantages en termes de composition en nutriments. Les quatre plantes n'ont pas enregistré le même taux de pertes et *M. arboreus* est l'espèce qui a conservé le mieux les nutriments au cours des différents traitements. Au final, les feuilles cuites pendant 15 min présentent de bonnes potentialités nutritives, de même que les feuilles séchées à l'ombre.

### PERSPECTIVES

Cette étude montre bien les effets bénéfiques de la cuisson et du séchage sur les potentialités nutritives des feuilles comestibles. Elle permet de dégager des perspectives pour l'amélioration des potentialités nutritives en minimisant les pertes et en éliminant tous les risques de contaminations. Ceci pourrait permettre de disposer de produits de haute qualité nutritive, d'assurer la sécurité alimentaire et la vulgarisation de ces plantes spontanées. Il s'agira donc de:

- ❖ étudier la digestibilité et la biodisponibilité *in vivo* des nutriments issus de ces plantes séchées et cuites ;
- ❖ cuire les feuilles séchées à temps réduits pour en déterminer le meilleur emploi ;
- ❖ effectuer des tests organoleptiques sur les sauces obtenues à partir des feuilles séchées afin de déterminer le niveau d'acceptation des feuilles séchées et/ou cuites.
- ❖ élargir cette étude aux organes d'autres plantes spontanées afin de les vulgariser.

# **REFERENCES**

## REFERENCES

- Abdel-Aal E.S., Akhtar H., Zaheer K. & Ali R. (2013). Dietary sources of lutein and zeaxanthin carotenoids and their role in eye health. *Nutrients*, 5: 1169-1185.
- Abdessemed H., Hambaba L., Abdeddaim M. & Aberkane M.C. (2011). Dosage de métabolites secondaires d'extraits du fruit *Crataegus azarolus* L., *Tunisian Journal of Medicinal Plants and Natural Products*, 6: 53-62.
- Abdou B.A. (2009). Contribution à l'étude du développement d'un aliment fonctionnel à base d'épices du Cameroun: Caractérisation physico-chimique et fonctionnelle. Thèse de Doctorat, procédés biotechnologiques et alimentaires Institut National Polytechnique de Lorraine (France), 228 p.
- Aboubakar P. (2009). Optimisation des paramètres de production et de conservation de la farine de Taro (*Colocasia esculenta*), Thèse de Doctorat, Sciences Alimentaires et Nutrition/ Procédés Biotechnologiques et Alimentaires, Université de Ngaoundere (Cameroun) et Institut National Polytechnique de Lorraine (France), 220 p.
- Abugre C. (2011). Assessment of some traditional leafy vegetables of UPPER east region and influence of stage of harvest and drying method on nutrients content of spider flower (*Cleome gynandra*). Master of Science degree in post harvest physiology, University of Kumassi (Ghana), 126 p.
- Adefegha S.A. & Oboh G. (2011). Cooking enhances the antioxidant properties of some tropical green leafy vegetables. *African Journal of Biotechnology*, 10 (4): 632-639.
- Adjatin A. (2006). Contribution à l'étude de la diversité des légumes feuilles traditionnels consommés dans le département de l'Atakora (Bénin). Mémoire DEA, Université de Lomé (Togo), 55 p.
- Adou Y.C. & N'guessan K.E. (2006). Diversité floristique spontanée dans les plantations de café et de cacao dans la forêt classée de Monogaga, Côte d'Ivoire. *Schweiz. Z. Forstwes.* 157(2): 31-36
- Adoukonou S.H., Dansi A.V. & Akpagana K. (2004). Collecting fonio *Oigitaria exilis* kipp. Ex Stapf and O. Iburuastapf) Landraces in Togo. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 133:59-63
- Adrian J., Potus J. & Frangne R. (2003). La science alimentaire de A à Z, 3<sup>ème</sup> Edition, Lavoisier, Paris (France), 405 p.
- Agbankpe A., Dougnon T.V., Bankole S. H., Houngbegnon O. & Dahnouvlessounon D. (2016). In Vitro antibacterial effects of *Crateva adansonii*, *Vernonia amygdalina* and *Sesamum radiatum* used for the treatment of infectious diarrhoeas in Benin. *Journal of Infectious Diseases & Therapy*, 4 (3): 1-7.

## REFERENCES

- Agbo E., Kouamé C., Mahyao A., N’Zi J.C. & Fondio L. (2009). Nutritional importance of indigenous leafy vegetables in Côte d’Ivoire. Underutilized Plant species for food, nutrition, income and sustainable development Symposium. Mars 2008, Arusha, Tanzanie. Proc. IS on Underutilized Plants. Eds.: Jaenicke et al., *Acta Hort.* 806, ISHS, (1): 361-366.
- Ahmed J., Shivhare U.S. & Debnath S. (2002). Colour degradation and rheology of green chilli puree during thermal processing. *International Journal of Food Science and Technology*, 37: 57–63.
- Ahohuendo B.C., Sinébou V.C., Ahoton L.E., Etèka A.C., Dansi A., Ahanchédé A., Hounhouigan J. D., Sanni A. & De Foucault B. (2012). Phénologie et biologie florale de *Sesamum radiatum* Schumach. & Thon., Un légume feuille traditionnel en voie de domestication au Bénin, *Acta Botanica Gallica*, 159 (3) : 335-344.
- Aké-Assi L. (1984). Flore de Côte d’Ivoire : étude descriptive et biogéographique, avec quelques notes d’ethnobotanique. Thèse de Doctorat d’Etat, Université d’Abidjan (Côte d’Ivoire), 1206 p.
- Aké-Assi L. (2001). Flore de Côte d’Ivoire : catalogue, systématique, biogéographique et écologique, Boissiera, Conservatoire et Jardin botanique de Genève, 396 p.
- Aké-Assi L. (2002). Flore de Côte d’Ivoire : catalogue, systématique, biogéographique et écologique, Boissiera, Conservatoire et Jardin botanique de Genève, 401 p.
- Aké C.B. (2015). Etude ethnobotanique des plantes et des champignons spontanés, utilisés en alimentation dans le Département d’Agboville et le District d’Abidjan (Côte d’Ivoire). Thèse de Doctorat Unique, Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, Abidjan, Côte d’Ivoire, 181 p.
- Albitar N. (2010). Etude comparative des procédés de séchage couplés à la texturation par Détente Instantanée Contrôlée DIC, en termes de cinétique et de qualité nutritionnelle. Applications à la valorisation des déchets agro-industriels. Thèse de Doctorat, UFR Pôle Sciences et Technologie, La Rochelle Université, La Rochelle (France), 191 p.
- Al-Hasan S.M., Hassan M., Saha S., Islam M., Billah M. & Islam S. (2016). Dietary phytate intake inhibits the bioavailability of iron and calcium in the diets of pregnant women in rural Bangladesh: a cross-sectional study. *Biomedical Central of nutrition*, 2 (24): 2-10.
- Ali A. (2009). Proximate and mineral composition of the marchubeh (*Asparagus officinalis*). *World Dairy Food Science*, (4): 142-149.

## REFERENCES

- Ambé G.A. (2001). Les fruits sauvages comestibles des savanes guinéennes de Côte d'Ivoire : état de la connaissance par une population locale, les Malinké. *Biotechnological Agronomy Society Environnemental*, 5 (1):43–58.
- Anno H.F.A. (2016). Quatre champignons saprophytes comestibles du Centre de la Côte d'Ivoire: Etude socio-alimentaire, caractéristiques chimiques et potentialités antioxydantes. Thèse de Doctorat, UFR STA, Université Nangui Abrogoua, Abidjan (Côte d'Ivoire), 148 P.
- AOAC (1990). Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists Ed., Washington DC, 684 p.
- Aouad Y., Chanane Z., Gaye A. Et Molamou A. E. (2018). Etude de marché : Les algues alimentaires. Mémoire Master, Nutrition et Sciences des Aliments, Sciences et Technologies Nutrition et Sciences Alimentaires, Université de Lille1 Université de Lille 1 (France), 70 p.
- APG III (2009). An update of the Angiosperm, Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants, APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161:105-121
- Association Française de Normalisation (AFNOR) (1986). Recueil de Norme Française, corps gras, grains oléagineuses, produit dérivé. AFNOR Ed., Paris, 527 p.
- Atato A., Wala K., Dourma M., Bellefontaine R., Woegan Y.A., Batawila K. & Akpagana K. (2012). Espèces lianescentes à fruits comestibles du Togo. *Fruits*, (67) :353–368
- Atchibri O.A.A.L., Soro L.C., Kouame C., Agbo A.E. & Kouadio K.K.A. (2012). Valeur nutritionnelle des légumes feuilles consommés en Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6 (1): 128-135.
- Auboiron S. (2008). Les aliments fonctionnels et législation/Functional foods and the law. *Réalités thérapeutiques en dermato-vénérologie*, 179 (2) : 18-19.
- Badia B., Brunet F., Carrera A., Kertudo P. & Tith F. (2014). Inégalités sociales et alimentation : Quels sont les besoins et les attentes en termes d'alimentation des personnes en situation d'insécurité alimentaire et comment les dispositifs d'aide alimentaire peuvent y répondre au mieux ? Rapport final, Fors-Recherche Sociale (Paris, France) 182 p.
- Bainbridge Z., Tomlins K. & Westby A. (1996). Analysis of condensed tannins using acidified vanillin. *Journal of Food Science*, 29: 77-79.
- Balla A., Baragé M., Larwanou M. & Adam T. (2008). Le savoir-faire endogène dans la valorisation alimentaire des fruits du pommier du Cayor (*Neocarya macrophylla*) au

## REFERENCES

- Niger, *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 59 : 1-8.
- Batal M. (2006). Wild Edible Plants: Promoting Dietary Diversity in Poor Communities of Lebanon, American University of Beirut Final Technical Report, 58 p.
- Batawila K. (2005). Etude ethnobotanique sur les plantes légumières de cueillette au Togo. Mémoire DUEC, Ethnobotanique appliquée, FSPB, Université de Lille (France), 52 p.
- Barkat M. & Kadri F. (2011). Impact de deux modes de cuisson sur la teneur en polyphénols solubles de six légumes. *Revue de Génie Industriel*, 6: 414-441.
- Bédiakon B.K.D., Beugré G.A.M., Yao K. & Ouattara D. (2018). Enquête ethnobotanique sur les plantes spontanées alimentaires dans le département d'Agboville (Côte d'Ivoire). *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 9 (11):1843-1856
- Bertrand A., Agbahungba G.A. & Fandohan Unasylya S (2013). Urbanisation et produits forestiers alimentaires au Bénin, *Unasylya*, 241 (64) : 30-36.
- Biloso M.A. (2010). Le savoir-faire local dans la valorisation alimentaire de la fougère (*Pteridium centrali-africanum*) à Kinshasa (RD Congo). *Systématique et Conservation des Plantes Africaines* : 333-339.
- Bimbenet J.J, Duquenoy A. & Trystram G. (2002a). Séchage, cuisson, cuisson-extrusion Dans *Génie des Procédés Alimentaires des bases aux applications*, Editions RIA-DUNOD-Paris : 391-427.
- Bimbenet J.J, Bonazzi C & Dumoulin E. (2002b). L'eau en séchage, stockage et réhydratation dans les aliments. Le Mestem ; *Lorient D. et Simatos D*; Edition Tec et Doc., Paris : 525-546.
- Boedecker J., Termote C., Assogbadjo A.E., Van Damme P. & Lachat C. (2014). Dietary contribution of wild edible plants to women's diets in the buffer zone around the Lama forest, Benin, an underutilized potential. *Food security*, 17 p.
- Bourobou B.P. (2013). Initiation à l'ethnobotanique: collecte de données, PHAMETRA/CENAREST Libreville, Gabon, Ecole d'été sur les savoirs ethnobiologiques 22 juillet–3 août 2013 Libreville et La Lopé, 57 p.
- Bruneton J. (2009). Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes Médicinales. 4e Edition Lavoisier: Paris, 1289 p.
- Carrière M. (2000). Flore de Guinée: Appellations vernaculaires et usages traditionnels de quelques plantes, 70 p.
- C.F.W. (2003). All dietary fiber is fundamentally functional. C.F.W. AACC report. Publication No.W-2003-0407-01O.128/MayJune,2003,VOL.48,NO.3.[www.aaccnet.org/news/pdfs](http://www.aaccnet.org/news/pdfs)

## REFERENCES

- /DFreport.pdf. (Consulté le 15/06/ 2017).
- Champ M. (2013). Impact des traitements technologiques sur la qualité nutritionnelle des aliments et ingrédients: Quelle méthodologie pour étudier la biodisponibilité des nutriments dans un aliment transformé? GEN 2 Bio (CRNH de Nantes), Atelier Valorial, 32 p.
- Chaturvedi V.C., Shrivastava R. & Upreti R.K. (2004). Viral infections and trace elements: A complex trace element. *Current Science*, 87: 1536-1554.
- Chinma C.E. & Igyor M. A. (2007). Micro-nutriments and anti-nutritional content of select tropical vegetables grown in south-east, Nigeria. *Nigerian Food Journal*, 25: 111-115.
- Chira K., Suh J.H., Saucier C. & Teissedre P.L. (2008). Les polyphénols du raisin. *Phytothérapie*, (6): 75–82.
- Choi C.W., Kim S.C., Hwang S.S., Choi B.K., Ahn H.J., Lee M.Z., Park S.H & Kim S.K. (2002). Antioxydant activity and free radical scavenging capacity between Korean medicinal plant and flavonoids by assay guided comparaison. *Plant Science*, 163: 1161-1168.
- Conseil Supérieur de la Santé (2016). Recommandations nutritionnelles pour la Belgique Bruxelles: CSS; Avis n° 9285 : 68-144.
- Cooper D.A. (2004). Carotenoids in Health and Disease: Recent Scientific Evaluations, Research Recommendations and the Consumer, *American Society for Nutritional Sciences*, 134 (1): 221-224.
- Cris B. (2005). Les migrations et l'effritement du modèle ivoirien : chronique d'une guerre annoncée ? *Critique Internationale* 3 (28) : 19-42.
- CTA (2008). Le séchage des produits agricoles, [www.cta.int](http://www.cta.int). Consulté le 7/06/2017.
- Dai J. & Mumper R. J. (2010). Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*, 15 :7313-7352.
- Danel P. (2005). Etude de la consommation alimentaire à Ouagadougou, Burkina Faso typologie des régimes, Mémoire INA-PG, Département Sociétés et Santé, UR 106 « Nutrition, Alimentation, Sociétés », IRD de Ouagadougou (Burkina Faso), 46 p.
- Daudet A. (2012). Aliments sauvages et leurs capacités à prévenir la malnutrition, ACF international, *document d'information, département scientifique et technique*, 34 p.
- Day R.A. & Underwood A.L. (1986). Quantitative analysis. 5th edition, *Prentice Hall*, 701 p.
- Dibong S., Mvogo O. D.P.B., Vandi D., Ndjib R.C., Monkam T. F. & Mpondo M. E. (2015). Ethnobotanique des plantes médicinales anti hémorroïdaires des marchés et villages du Centre et du Littoral Cameroun. *Journal of Applied Biosciences*, 96: 9072-9093

## REFERENCES

- Didier P. (2015). Médecine traditionnelle et médecine intégrative à Madagascar: entre décisions internationales et applications locales, Anthropologie sociale et ethnologie, Université de Bordeaux (France), 599 p.
- Dieng M., Fall D.A., Diatta K., Diatta W. & Bassene E. (2015). Dosage des polyphénols et activité anti-oxydante de feuilles et d'inflorescences mâles de *Borassus aethiopum*, Mart. (Arecaceae). *International Journal of Biological and Chemical Science*, 9 (1): 1067-1071.
- Diop M., Sambou B., Goudiaby A., Guiro I. & Niang-Diop (2011). Ressources végétales et préférences sociales en milieu rural sénégalais. *Bois et Forêts des Tropiques*, 310 (4): 57-68
- Djaha A.J.B. & Gnahoua G.M. (2014). Contribution à l'inventaire et à la domestication des espèces alimentaires sauvages de Côte d'Ivoire: Cas des Départements d'Agboville et d'Oumé. *Journal of Applied Biosciences*, 78 : 6620-6629.
- Dossa K., Toni H., Azonanhoun P. & Djossa A.B. (2015). Caractérisation de quelques peuplements naturels de baobab (*Adansonia digitata* L.) et des pressions subies dans les différentes zones chorologiques du Bénin. *Journal Of Applied Biosciences*, 93: 8760-8769.
- Dro B., Soro D., Koné M.W., Bakayoko A. & Kamanzi K. (2013). Evaluation de l'abondance de plantes médicinales utilisées en médecine traditionnelle dans le Nord de la Côte d'Ivoire. *Journal of Animal et Plant Sciences*, 17 (3) : 631-2646.
- Edoun M., Kuitché A., Marouzé C., Giroux F. & Kapseu C. (2011). Pratique du séchage artisanal de fruits et légumes dans le sud du Cameroun. *Fruits*, 66: 25-36.
- Ehile E.S.J., Kouame A. C., N'dri Y. D. et Amani N. G. (2019). Identification et procédés traditionnels de préparation de légumes-feuilles spontanées dans des ménages de population vivant en milieu urbain, Côte d'Ivoire, Afrique de l'Ouest. *Afrique SCIENCE* 15(4) :366 – 380
- Ejoh R.A., Djuikwo V. N., Gouado I. & Mbofung C.M. (2007). Nutritional components of some non-conventional leafy vegetables consumed in Cameroon. *Pakistan Journal of Nutrition*, 6 (6): 712-717.
- Ekop A.S. & Eddy N.O. (2005). Comparative Studies of the level of toxicants in the seed of Indian almond (*Terminalia catappa*) and African walnut (*Coula edulis*). *Chemical and Classical Journal*, (2): 74-76.
- Ekoué M.R.M., Codjia T.C., Fonton B.K. & Assogbadjo A.E. (2008). Diversité et préférences en ressources forestières alimentaires végétales des peuples Otammari de la région de

## REFERENCES

- Boukoumbé au Nord-Ouest du Bénin, *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 60 : 1-12.
- Eyog M.O., Ndoye O., Kengue J. & Awono A. (2006). Les Fruitières Forestières Comestibles du Cameroun, 220 p.
- Fadeyi O.G., Badou1 S.A., Aignon H.L., Codjia J.E.I., Moutouama J. K. & Yorou N.S. (2017). Etudes ethnomycologiques et identification des champignons sauvages comestibles les plus consommés dans la région des monts-Kouffé au Bénin (Afrique de l'Ouest). *Agronomie Africaine* 29 (1): 93-109
- Fairweather-Tait S., Lynch S., Hotz C., Hurrell R., Abrahamse L. & Beebe S. (2005). The usefulness of in vitro models to predict the bioavailability of iron and zinc: A consensus statement from the harvest plus expert consultation. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, (75) : 371-374.
- FAO (2016). Situation des forêts du monde 2016. Forêts et agriculture: défis et possibilités concernant l'utilisation des terres. Rome, 137 p.
- FAO (2013b). Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture, objectifs et indicateurs relatifs à la biodiversité pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, 6 p.
- FAO (2011). Les forêts au service de la nutrition et de la sécurité alimentaire. Division de la communication, Viale delle Terme di Caracalla, Rome (Italie), 12 p.
- FAO et WHO (2011). Évaluation de l'importance de la malnutrition par carence en micronutriments sur le plan de la santé publique. Dans "Directives sur l'enrichissement des aliments en micronutriments", Italie, 412 p.
- FAO-CI (2018). Agir pour l'avenir: la faim zéro en 2030 c'est possible, bulletin d'information, FAO Côte d'Ivoire, 12 p.
- Fao/Infoods (2014). Base de données fao/infoods sur la composition des aliments pour la biodiversité – Version 2.1 – Biofoodcomp2.1. Fao, Rome, 32 p.
- FAO, FIDA, OMS, PAM & UNICEF (2018). L'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2018. Renforcer la résilience face aux changements climatiques pour la sécurité alimentaire et la nutrition. Rome, FAO, 218 p.
- FAO, FIDA, OMS, PAM & UNICEF (2017). L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2017. Renforcer la résilience pour favoriser la paix et la sécurité alimentaire, 144 p.
- FAO (2004). Human vitamin and mineral requirements. FAO. Ed. pp: 361 p.
- FAO (2002). Food energy-methods of analysis and conversion factors. FAO Ed, Rome, 97 p.

## REFERENCES

- Franscini L. & Palma S. (2018). Nutrition et Alzheimer : les polyphénols et les caroténoïdes ont-ils un effet sur le développement de la maladie d'Alzheimer?, Mémoire de Bachelor, Nutrition et Diététique, Hautes 2cole de santé, Genève (Suisse), 84 p.
- Gautier-Beguïn D. (1992). Etude ethnobotanique des plantes de cueillettes à utilisation alimentaire dans un village au Sud du V-Baoulé (Côte d'Ivoire centrale). Thèse de Doctorat ès Sciences Techniques, mention biologique. Université de Genève (Suisse), 368 pp.
- Gemedé H.F., Haki G.D., Beyene F., Woldegiorgis A.Z. & Rakshit S.K. (2016). Proximate, mineral, and antinutrient compositions of indigenous Okra (*Abelmoschus esculentus*) pod accessions: implications for mineral bioavailability. *Food Science & Nutrition*, 4 : 223–233.
- Gibson R.S., Bailey K.B., Gibbs M. & Ferguson E.L. (2010). Phytate, iron, zinc, and calcium concentrations in plant-based complementary foods used in low-income countries and implications for bioavailability. *Food and Nutrition Bulletin*, 31: 134-146.
- Gnagne A.S., Camara D., Fofie N.B.Y., Bene K. & Zirih G. N. (2017). Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le traitement du diabète dans le Département de Zouénoula (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 113: 11257-11266.
- Guehiliz N. (2016). Contribution à l'étude des plantes spontanées dans l'Ouest de Biskra. Diplôme de Magister en Sciences Agronomiques option: Agriculture et Environnement en Régions Arides, Université Mohamed Khider, Biskra (Algérie), 113 p.
- Guigma Y., Zerbo P. & Millogo R. (2012). Utilisation des espèces spontanées dans trois villages contigus du Sud du Burkina Faso. *Tropicultura*, 30 (4) : 230-235.
- Guillouty A. (2016). Plantes médicinales et antioxydants, Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences Pharmaceutiques, Université Toulouse III Paul Sabatier (France), 102 p.
- Guimbo D.I., Barrage M. & Douma S. (2012). Etudes préliminaires sur l'utilisation alimentaire des plantes spontanées dans les zones périphériques du parc W du Niger. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6 (6): 4007- 4017.
- Harrison J.A. & Andress E.L. (2000). Preserving food: Drying fruits and vegetables. Cooperative Extension Service, University of Georgia (United States of America), 2 p.
- Hassan L.G, Umar K.J. & Umar Z. (2007). Antinutritive factors in *Tribulus terrestris* (Linn) leaves and predicted calcium and zinc bioavailability. *Journal of Tropical Biosciences*, 7: 33-36.
- Hladik C.M., Hladik A., Pagezy H., Linares O.F. & Koppert G.J.A. (1996). L'alimentation en forêt tropicale: interactions bioculturelles et perspectives de développement Volume I,

## REFERENCES

- les ressources alimentaires: production et consommation. UNESCO, Paris, 852 p.
- HLPE (2017). Nutrition et systèmes alimentaires, rapport du groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition du comité de la sécurité alimentaire mondiale, Rome, 190 p.
- Houngpatin A. W. B. (2011). Evaluation du potentiel de couverture des besoins en vitamine A des jeunes enfants à partir des sauces accompagnant les aliments de base consommés au Bénin. Thèse de Doctorat, Sciences des Procédés-Sciences des Aliments, Nutrition et Santé, Université de Montpellier (France), 266 p.
- Hurrell R.F. (2004). Phytic acid degradation as a means of improving iron absorption. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 74: 445-52.
- Ife F.Z. et Kuipers B. (2003). La conservation des fruits et légumes. Série Agrodok, 3: 95 p.
- INRA (2007). Les fruits et légumes dans l'alimentation, Enjeux et déterminants de la consommation. Rapport d'expertise, 371 p.
- INS (2015). Enquête sur le niveau de vie des ménages en Côte d'Ivoire. Rapport d'enquête, 91 p.
- INS (2014). Recensement Général de la Population et de l'Habitat, Résultats globaux. Secrétariat Technique Permanent du Comité Technique du RGPH, Côte d'Ivoire, 26 p.
- INS & ICF (2012). Enquête Démographique et de Santé et à Indicateurs Multiples de Côte d'Ivoire 2011-2012. Calverton, Maryland (United States of America), 589 p.
- Ishida H., Suzuno H., Sugiyama N., Innami S., Todokoro T. & Maekawa A. (2000). Nutritional evaluation of chemical component of leaves stalks and stems of sweet potatoes (*Ipomea batatas*). *Food Chemistry*, 68: 359-367.
- Itoua O.Y.S., Elenga M., Moutsamboté J.M., Mananga V. & Mbemba F. (2015). Évaluation de la consommation et de la composition nutritionnelle des légumes-feuilles de *Phytolacca dodecandra* L'Herit consommés par les populations originaires des districts d'Owando et de Makoua. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 27 (1) : 4207-4218.
- Itumba M.O. (2014). Contribution à l'étude des plantes alimentaires sauvages de Yasikia (Pk 31 Route Opala, Po, RDC), diplôme pour le grade de Gradué en Sciences de la Faculté des Sciences, Université de Kisangani (RDC), 36 p.
- IUFRO (2008). Traditional Forest-Related Knowledge and Sustainable Forest Management in Africa. Papers from the conference held in Accra, Ghana, from 15-17 October, *World Series* Vol. 23, 220 p.
- Janin P. (2001). L'insécurité alimentaire rurale en Côte d'Ivoire : Une réalité cachée, aggravée par la société et le marché. *Cahiers d'études et de recherches francophones /*

## REFERENCES

- Agricultures*, 10 (4) : 233-241.
- Jimam N.S., Kagaru D.C. & Uzoma O.C. (2015). Nutritional and antinutritional analysis of *Sesamum radiatum* leaves. *World Journal of Pharmaceutical Sciences*, 3(8): 1516-1519.
- Kadja A.B., Pirat J.L., Volle J.N., Békro J.A.M. & Békro Y.A. (2013). Composition chimique de deux Fabaceae africaines employées comme cure-dents. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*, (36): 47-54.
- Kadri F. (2015). Effet de deux modes de cuisson et de la durée de stockage à température ambiante sur la teneur en polyphénols totaux de quatre espèces de légumes. Mémoire de Magister, Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies, Agro-Alimentaires, Université Constantine -1- Constantine (Algerie), 114 p.
- Kahane R., Temple L., Brat P. & De Bon H. (2005). Les légumes feuilles des pays tropicaux, diversité, richesse économique et valeur sante dans un contexte très fragile, Colloque Angers 7-9 septembre, 9 p.
- Kahindo M., Lejoly J. & Mate M. (2001). Plantes sauvages à usages artisanaux chez les Pygmées «Mbuti» de la forêt de l'Ituri (République Démocratique du Congo). *Tropicultura*, 19 (1) : 28-33.
- Kahouli I. (2010). Effet antioxydant d'extraits de plantes (*Laurus nobilis* l., *Rosmarinus officinalis*, *Origanum majorana*, *Olea europea* l.) dans l'huile de Canola chauffée. Mémoire de Maîtrise en Génie Agroalimentaire, Faculté des études supérieures, Université Laval, Québec (Canada), 111p.
- Kasangana P.B. (2018). Recherche des molécules bioactives antidiabétiques dans les extraits d'écorces de racines de *Myrianthus arboreus*. Thèse de Doctorat, Sciences du bois, Université de Laval (Canada), 238 p.
- Khaled H. & Maadsi L. (2012). Effet de la cuisson sur la teneur en polyphénols totaux et l'activité antioxydante de deux espèces de courge (*Cucurbita pepo* et *Cucurbita moschata*) récoltées à Bejaia. Mémoire d'Ingénieur d'Etat, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Abderrahmane Mira, Bejaia (Algérie), 84 p.
- Khoury C.K., Bjorkman A.D., Dempewolf H. & Ramirez-Villegas J. (2014). Increasing homogeneity in global food supplies and the implications for food security. *Proceedings of National Academy of Sciences*, 111 (11): 4001-4006.
- Konan B.A., Bouafou K.G., Bléyé N.M. & Zannou-Tchoko V. (2012). Acute toxicity study and effects of sesame (*Sesamum radiatum*) aqueous leaf extract on rabbit's electrocardiogram. *International Journal of Biomolecules and Biomedicine*, 2 (1): 17-

## REFERENCES

- 27.
- Kone D. (2009). Enquête ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes extraction, identification d'alcaloïdes -caractérisation, quantification de polyphénols: étude de leur activité antioxydante. Thèse de Doctorat, Faculté des sciences et techniques (FAST-UB), Université de Bamako (Mali) et Université Paul Verlaine de Metz (France), 188 p.
- Koni M.J. & Bostoën K. (2008). Noms et usages des plantes utiles chez les Nsong (Bandundu, République Démocratique du Congo, Bantu B85F). Department of oriental and african languages, University of Gothenburg (Suède), *Göteborg Africana informal series* – No 6, 86 p.
- Kouamé K.J. (2007). Contribution à la Gestion Intégrée des Ressources en Eaux (GIRE) du District d'Abidjan (Sud de la Côte d'Ivoire) : Outils d'aide à la décision pour la prévention et la protection des eaux souterraines contre la pollution. Thèse de Doctorat Unique, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 250 p.
- Kouame N.M.T., Soro K., Mangara A., Diarrassouba N., Coulibaly A. V. & Boraud N. K. M. (2015). Étude physico-chimique de sept (7) plantes spontanées alimentaires du centre-ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 90: 8450-8463.
- Kouamé N.M.T. & Gnahoua G.M. (2008). Arbres et lianes spontanés alimentaires du Département de Gagnoa (centre-ouest de la Côte d'Ivoire). *Bois et Forêts des Tropiques*, 298 (4) : 65-75.
- Kouamé N.M.T., Gnahoua G.M., Kouassi K.E. & Traoré D. (2008). Plantes alimentaires spontanées de la région du Fromager (Centre- Ouest de la Côte d'Ivoire): flore, habitats et organes consommés. *Sciences & Nature*, 5(1) : 61–70.
- Koulibaly A., Monian M., Ackah J., Koné M. & Traoré K. (2016). Étude ethnobotanique des plantes médicinales: cas des affections les plus fréquentes d'une région agricole Daloa (Centre Ouest, Côte d'Ivoire). *Journal of Animal and Plant Sciences*, .31(2): 5021-5032.
- Kwenin W.K.J.; Wollli M. & Dzomeku L.B.M. (2011). Assessing the nutritional value of some African indigenous green Leafy Vegetables in Ghana. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 10 (2): 1300-1305.
- Latta M. & Eskin M. (1980). A simple method for phytate determination. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28: 1313-1315.
- Le Bras Q., Ritter L., Fasquel D., Lesueur M., Lucas S. & Gouin S. (2014). Etude nationale de la consommation d'algues alimentaires: notoriété et images. Programme IDEALG

## REFERENCES

- Phase 1. *Les publications du Pôle halieutique AGROCAMPUS OUEST*, 31 :1-16 p.
- Lestienne I. (2004). Contribution à l'étude de la biodisponibilité du fer et du zinc dans le grain de mil et conditions d'amélioration dans les aliments de complément. Thèse de Doctorat, Ecole doctorale Science et Procédé Biologiques et Industriels, Université Montpellier II, Montpellier (France), 245 p.
- Lönnerdal B. (2010). Calcium and iron absorption - mechanisms and public health relevance. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 45 : 293-299.
- Loubelo E. (2012). Impact des produits forestiers non ligneux (PFNL) sur l'économie des ménages et la sécurité alimentaire : Cas de la République du Congo. Thèse de Doctorat, Economies et Finances, Université Rennes 2 (France), 261 p.
- Loukou A.L., Kouakou K.H., Agbo A.E. & Brou K. (2018a). Consumption Survey of *Justicia galeopsis* T. Anderson Ex C.B. Clarke (Acanthaceae) a Wild Food Plant in Côte d'Ivoire (West Africa). *European Scientific Journal*, 14 (21): 361-371.
- Loukou A.L., Anvoh K.Y.B., Kouakou K. H. & Brou K. (2018b). Nutritional composition and bioavailability prediction calcium, iron, zinc and magnesium in *Justicia galeopsis* leaves in Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Science*, 12 (6): 2615-2625.
- Loumeto J. J. (2010). Gestion et valorisation des PFNL au Congo: Revue bibliographique Projet FORENET Congo Brazzaville, 80 p.
- Maire B., Lioret S., Gartner A. & Delpeuch F. (2002). Transition nutritionnelle et maladies chroniques non transmissibles liées à l'alimentation dans les pays en développement. *Cahiers Santé*, 12: 45- 55
- Malaisse F., De Kesel A., N'gasse G. & Lognay G. (2008). Diversité des champignons consommés par les pygmées Bofi de la Lobaye (République centrafricaine). *Revue internationale de géologie, de géographie et d'écologie tropicales*, 32: 1-8
- Malaisse F. (2004). Ressources alimentaires non conventionnelles. *Tropicultura*, SPE, 30-36.
- Malela K.E., Miabangana E.S., Jérémy P., N'zikou J.M. & Scher J. (2016). Enquête ethnobotanique sur les fruits comestibles de la flore spontanée de la République du Congo. *International Journal of Pure Applied Bioscience*. 4 (2): 346- 357.
- Mangambu M.J.D., Diggelen R.V., Mwanga Mwanga J.C., Ntahobavuka H & Malaisse F. (2012). Etude ethnoptéridologique, évaluation des risques d'extinction et stratégies de conservation aux alentours du parc national de Kahuzi Biega (RD Congo). *Revue internationale de géologie, de géographie et d'écologie tropicales*, 36: 137-158.
- Mangione S. (2000). La supplémentation en oligo-éléments chez le sujet âgé en fonction des

## REFERENCES

- apports et du statut. Thèse de Doctorat en Pharmacie, Faculté de Pharmacie, Université Joseph Fourier, Grenoble (France), 206 p.
- Marfaing H. (2017). Algues, gastronomie et santé, CEVA festival gourmand, Rennes, 23p.
- Masinda M.M. (2013). Identification des plantes alimentaires spontanées et leur apport dans le revenu des ménages de la population vivant autour de la forêt de Uma (Territoire d'Ubundu en provinciale Orientale, RDC). Mémoire de Master DEA /DES, Faculté des Sciences, Université de Kisangani (RDC), 63 p.
- Massot C. (2010). Analyse des variations de la teneur en vitamine C dans le fruit de tomate et rôle de l'environnement lumineux. Thèse de Doctorat, Sciences Agronomiques, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse (France), 229 p.
- Matasyoh L.G., Abel S., Budahn H. & Klocke E. (2015). Characterization of the *Solanum nigrum* Complex of Kenya by AFLP Markers. *International Journal of Agricultural Science and Technology*, 3 (1): 10-16.
- Matin H.R.H., Shariatmadari F. & Torshizi M.A.K. (2013). In vitro mineral-binding capacity of various fibre sources: The monogastric sequential simulated physiological conditions. *Advanced Studies in Biology*, 5: 235-249.
- Mebirouk-Boudechiche L., Cherif M., Abidi S. & Bouzouraa I. (2015). Composition chimique et facteurs antinutritionnels de quelques feuilles de ligneux fourragers des zones humides du nord-est de l'Algérie. *Fourrages*, 224: 321-328.
- Meda A., Lamien C.E., Romito M., Millogo J. & Nacoulma O.G. (2005). Determination of total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Faso honeys as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 91: 571-577.
- Mehdioui R. & Kahouadji A. (2007). Etude ethnobotanique auprès de la population riveraine de la forêt d'Amsittène: cas de la Commune d'Imi n'Tlit (Province d'Essaouira). *Bulletin de l'Institut Scientifique*, 29 : 11-20.
- Meité S., Agbo A.E., Koffi A.H., Djaman A.J. & N'guessan J.D. (2018). Study of antioxidant activity leaves of *Corchorus olitorius* and *Solanum macrocarpon*. *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research*, 5(1): 60-66.
- Mepba H.D., Eboh I. & Banigo E.B. (2007). Effects of processing treatments on the nutritive composition and consumer acceptance of some Nigerian edible leafy vegetables. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*, 7 (1): 1-18.
- Ministère de l'Agriculture (2010). Programme National d'Investissement Agricole (PNIA 2010 – 2015), Rapport d'expertise AISA, document final, 118 p.
- Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (2017). Programme National

## REFERENCES

- d'Investissement Agricole de deuxième génération (2017-2025). Rapport final, 157 p.
- Ministère de la Santé et de la Lutte Contre le Sida (MSLS), l'Institut National de la Statistique (INS) & ICF International (2013). Enquête Démographique et de Santé et à Indicateurs Multiples du Côte d'Ivoire 2011-2012 : Rapport de synthèse. Calverton, Maryland, USA: MSLS, INS et ICF International, 591 p.
- MSHP (2016). Protection légale des connaissances traditionnelles: expérience de la Côte d'Ivoire. Atelier Sous-régional sur l'accès et le partage des avantages pour les pays Africains francophones du 24 au 28 Octobre, Hôtel Ivotel, Abidjan, Côte d'Ivoire 74 p.
- MSLS (2014). Politique nationale de promotion de la médecine traditionnelle, programme national de Promotion de la médecine traditionnelle, 36 p.
- Mulungulungu N.D. & Badibanga M.L. (2015). Etude des propriétés antitumorales et de la thermodégradation des colorants extraits de l'*Hibiscus sabdariffa*, plante légumière à vertue thérapeutique, *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 10 (1): 384-392.
- Nedjmi A. & Soussou A. (2014). Caractérisations biochimiques de quelques plantes spontanées médicinales à travers des différents modes de séchage. Mémoire de Master, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Kasdi Merbah, Ouargla (Algerie), 76 p.
- Ndong M., Wade S., Dossou N., Guiro T., Gning R. (2007). Valeur nutritionnelle du Moringa Oleifera, étude de la biodisponibilité du Fer, effet de l'enrichissement de divers plats traditionnels Sénégalais avec la poudre des feuilles. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 7(3): 17 p.
- N'dri D.Y. (2010). Potentialités nutritionnelles et antioxydantes de certaines plantes alimentaires spontanées et de quelques légumes et céréales cultivés en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Science et Technologie Alimentaire, Université de Parme (Italie), 112 p.
- N'dri M.T., Kouamé G.M., Konan E. & Traoré D. (2008). Plantes alimentaires spontanées de la région du Fromager (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire): flore, habitats et organes consommés. *Sciences et Nature*, 5 (1) : 61-70.
- Ngoye A. (2010). Revue bibliographique sur les produits forestiers non ligneux (PFNL): cas du Gabon, Establishment of a Forestry Research Network for ACP Countries, 59 p.
- N'guessan K., Kadja B., Zirihi G.N., Traoré D. & Aké-Assi L. (2009). Screening photochimique de quelques plantes médicinales Ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte-d'Ivoire). *Sciences et Nature*, 6 (1):1-15.

## REFERENCES

- Nguimbi L. (2006). Etude sur la gestion durable des PFNL au Gabon, Libreville (Gabon), 45 p.
- Njoumi S. (2018). Nutriments d'intérêts en santé publique en Tunisie: Prédiction et optimisation de leur composition et leur biodisponibilité au cours des procédés de transformation d'aliments traditionnels. Thèse de Doctorat, Sciences et Techniques de l'Agronomie et de l'Environnement, Institut National Agronomique de Tunis (Tunisie), 272 p.
- Noumi G.B., Njouokam Y.M., Njiné C.B., Ngameni E. & Kapseu C. (2011). Effets du séchage sur le rendement et la qualité de l'huile extraite de la pulpe de safou. *Tropicultura*, 29 (3) :138-142.
- Nzuki B.F. (2016). Recherches ethnobotaniques sur les plantes médicinales dans la région de Mbanza-Ngungu, RDC. Thèse de Doctorat (Phd), Faculté des Sciences en Bio-Ingénierie, Université de Gand (Belgique), 349 p.
- Obah G. & Amusan T.V. (2009). Nutritive value and antioxidant properties of cereal gruels produced from fermented maize and sorghum. *Food Biotechnology*, 23: 17-31.
- OCDE/Centre Ivoirien de Recherches Economiques et Sociales (2017), « Paysage de la migration en Côte d'Ivoire », dans Interactions entre politiques publiques, migrations et développement en Côte d'Ivoire. Éditions OCDE, Paris (France): 45-66.
- Ogunlesi M., Okiei W. & Osibote E.A. (2010). Analysis of the essential oil from the leaves of *Sesamum radiatum*, a potential medication for male infertility factor, by gas chromatography–mass spectrometry. *African Journal of Biotechnology*, 9(7): 1060-1067.
- Oluwalana B., Ayo I.A.J., Idowu M.A. & Malomo A.S. (2011). Effect of drying methods on the physicochemical properties of waterleaf (*Talinum triangulare*). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5 (3): 880-889.
- OMS (2014). Médecine Traditionnelle, Rapport du secrétariat soixante-septième assemblée mondiale de la santé A67/26, 6 p.
- OMS (2013). Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2014-2023, Genève (Suisse) 72 p.
- OMS (2011). Statistiques sanitaires mondiales. OMS, 171 p.
- OMS et FAO (2003). Régime alimentaire, nutrition et prévention des maladies chroniques, Genève (Suisse), 128 p.
- OMS (2000). Promoting the role of traditional medicine in health systems: a strategy for the African region 2001–2010. Harare, Organisation mondiale de la Santé, (référence

## REFERENCES

- document AFR/RC50/Doc.9/R), 7 p.
- Orech F.O., Christensen D.L., Larsen T., Friis H., Aagaard-Hansen J. & Estambale B.A. (2007). Mineral content of traditional leafy vegetables from western Kenya. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58 (8): 595-602.
- Orech F.O., Akenga T., Ochora J., Fris H. & Aagaard-Hansen J. (2005). Potential toxicity of some traditional leafy vegetables consumed in Nyang, Western Kenya. *African Journal of Food and Nutritional Sciences*, 5:13-17.
- Ouattara N.D., Gaille E., Stauffer F. & Bakayoko A. (2016). Diversité floristique et ethnobotanique des plantes sauvages comestibles dans le département de Bondoukou (Nord-Est de la Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 98: 9284-9300.
- Ouattara D. (2006). Contribution à l'inventaire des plantes médicinales significatives utilisées dans la région de Divo (sud forestier de la Côte-d'Ivoire) et à la diagnose du poivrier de Guinée: *Xylopiya aethiopica* (Dunal) A. Rich. (Annonaceae). Thèse de Doctorat, Université de Cocody-Abidjan (Côte d'Ivoire), 184 p.
- Oulai P., Lessoy Z., Megnanou R.M., Doue R. & Niamke S. (2014). Proximate composition and nutritive value of leafy vegetables consumed in Northern Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 10: 212-227.
- Page D. (2013). Evolution de la valeur nutritionnelle des fruits et légumes lors de leur transformation, les rencontres du végétal, les rencontres du végétal, Angers, 14-15 janvier, 47 p.
- Papadopoulou A. & Frazier R. A. (2004). Characterization of protein-polyphenol interactions. *Trends in Food Science & Technology*, 15: 186-190.
- Parkouda C., Ba F., Tenkouano A., Kanga R. & Diawara B. (2016). Légumes traditionnels africains: Guide de bonnes pratiques de conservation et de transformation. *the World Vegetable Center*, Taiwan, 16 : 4-52.
- Piba S.C. (2015). Diversité floristique et potentiel en espèces sources de produits forestiers non ligneux de la forêt classée de Yapo-Abbe : contribution pour un aménagement durable, Thèse de Doctorat, UFR Sciences de la nature, Université Nangui Abrogoua, Abidjan (Côte d'Ivoire), 253 p.
- POINT NUTRITION (2009). Le point sur la vitamine C, Eviter les carences. *Nutrition & Pédiatrie*, 2 (4): 17-19.
- Pongracz G., Weiser H. & Matzinger D. (1971). Tocopherols-Antioxydant. *Fat Science Technology*, 97: 90-104.
- PROTA (2004). Ressources végétales de l'Afrique Tropicale., Volume 2: Légumes. Fondation

## REFERENCES

- PROTA*, Backhuys publishers, CTA, Wageningen, 737 p.
- RADHORT (2012). Plantes alimentaires spontanées au Niger, 10 p.
- Ralison C., Andriamasinandraina M., Andrianirina J., Randrianasolo R.O., Lheriteau F. & Arnaud L. (2016). Consommation et caractéristiques nutritionnelles des légumineuses à graines dans les régions sud de Madagascar; effets des procédés de préparation sur les teneurs en facteurs antinutritionnels. Laboratoire de Biochimie Appliquée aux Sciences de l'Alimentation et à la Nutrition, Mention Biochimie Fondamentale et Appliquée, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo (Madagascar), 37 p.
- Randrianatoandro V.A. (2010). Identification et caractérisation des plats sources en micronutriments consommés en milieu urbain (Manjakaray, Madagascar): étude des plats à base de légumes-feuilles. Thèse de Doctorat, département de biochimie fondamentale et appliquée, Université d'Antananarivo (Madagascar), 150 p.
- République de Côte d'Ivoire (2014). Cinquième rapport national sur la diversité biologique, Mars 2014, 106p.
- Renard C.M., Caris-Veyrat C., Dufour C. & Le Bourvellec C. (2014). Le devenir des polyphénols et caroténoïdes dans les fruits et légumes traités thermiquement. *Innovations Agronomiques*, 42 : 125-137.
- Richard R.P. (2007). Contribution à la compréhension de la cuisson domestique sous pression de vapeur. Etude expérimentale et modélisation des transferts, de l'évolution de la texture des légumes et du fonctionnement d'un autocuiseur, Sciences de l'ingénieur, AgroParisTech, 291 p.
- Rodriguez-Amaya D.B. (2001). A guide to carotenoids analysis in foods, ILSI Press, Washington DC, 64p.
- RQASF (2004). L'alimentation: bien manger pour le plaisir et pour la santé. *Cahier*, 3.5, 49 p.
- Sabiha A. (2013). Polyphénols de l'alimentation: extraction, pouvoir antioxydant et interactions avec des ions métalliques. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université d'Avignon (France), 261 p.
- Sahoré A.D., Abouattier L. & Gbogouri F.G. (2014). Assessment of some mineral elements (Ca, Na, K, Mg, Fe, Mn Cu and Zn) and their nutritional intake of two traditional leafy vegetables: leaves of *Corchorus olitorius* (Tiliaceae) and *Hibiscus sabdariffa* (Malvaceae). *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 3 : 2319-2338.
- Santé-Lhoutellier V., Astruc T., Daudin J.D. , Kondjoyan A., Scislowski V., Gaudichon C.3, Rémond D. (2013). Influence des modes de cuisson sur la digestion des protéines :

## REFERENCES

- approches in vitro et in vivo, *Innovations Agronomiques* 33 : 69-79
- Savadogo S. (2006). Influence du mode de séchage et de stockage sur la valeur nutritive de quelques ligneux fourragers. Mémoire de DEA, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso), 54 p.
- Savadogo L.H., Thiombiano S. & Traore A. (2005). Effets du stockage sur la vitamine C, les caroténoïdes et le brunissement de la mangue (*Mangifera indica* L.) Amélie séchée. *Sciences et Médecine*, Revue CAMES, Série A, 03 : 62-67.
- Shittu L., Bankole M.A., Ahmed T., Bankole M.N., Shittu R.K., Saalu C.L. & Ashiru O.A (2009). Antibacterial and antifungal activities of essential oils of crude extracts of *Sesamum radiatum* against some common pathogenic micro-organisms. *African Journal of Biotechnology*, 8 (12): 878-886.
- Shumsky S.A., Hickey G.M., Pelletier B. & Johns T. (2014a). Understanding the contribution of wild edible plants to rural socioecological resilience in semi-arid Kenya. *Ecology and Society*, 19: 14-34.
- Shumsky S., Hickey G.M., Johns T., Pelletier B. & Galaty J. (2014b). Institutional factors affecting wild edible plant (WEP) harvest and consumption in semi-arid Kenya. *Land Use Policy*, 38:48-69.
- Singleton V.L., Orthofer R. & Lamuela-Raventos R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxydant substrates and antioxydants by means of Folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299: 152-178.
- Smith J.P., Zagory D. & Ramaswamy H.S. (2005). Packaging of fruits and vegetables, in *Processing Fruits*, ed. by Barrett DM, Somogyi L and Ramaswamy HS. CRC Press. Boca Raton, FL, pp. 355-395.
- SODEFOR (2019). Décision N 02655-19/DG/DARH du 15 Juillet 2019 portant nouveau découpage des Unités de Gestion Forestière, 9 p.
- SODEXAM (2014). Données de la pluviométrie mensuelle et des températures moyennes mensuelles du Département d'Agboville 1996 à 2013, 2p.
- Soro S., Ouattara D., Egnankou W.M., N'guessan K.E. & Traore D. (2014). Usages traditionnels de quelques espèces végétales de la forêt marécageuse classée de port Gauthier, en zone côtière au Sud-Ouest de la Cote d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 10 (3) : 521-535.
- Soro L.C., Ocho-Anin A.L., Kouadio K. K. & Kouamé C. (2012). Evaluation de la composition nutritionnelle des légumes feuilles. *Journal of Applied Biosciences* 51: 3567-3573.
- Soro D, Koné M.W. & Kamanzi A.K. (2010). Evaluation de l'activité antibactérienne et anti-

## REFERENCES

- radicale libres de quelques taxons bioactifs de Côte d'Ivoire. *Journal of Scientific Research* 40: 307-317.
- Soudy I.D. (2011). Pratiques traditionnelles, valeur alimentaire et toxicité du taro (*Colocasia esculenta* L. SCHOTT) produit au Tchad. Thèse de Doctorat, Ecole Doctorale des Sciences de la Vie et de la Santé, Spécialité Nutrition et Sciences des Aliments, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand (France), 153 p.
- Sriwichai W. (2016). Déterminants de la bioaccessibilité des caroténoïdes et tocophérols de légumes feuilles: comparaison variétale et influence du procédé. Thèse Doctorat, GAIA (Biodiversité, Agriculture, Alimentation, Environnement, Terre, Eau) et unité de recherche UMR 204 Nutripass, Sciences des aliments et Nutrition, Institut de recherche pour le développement, Montpellier (France), 186 p.
- Stevens J.M. (1990). Légumes traditionnels du Cameroun: une étude agro botanique. *Fruits*, 51: 47-60.
- Stevenson D. & Hurst R. (2007). Polyphenolic phytochemicals, just antioxidants or much more. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 64 (22): 2900-2916.
- Ta Bi I. H. N'guessan K., Bomisso E.L., Assa R.R. & Aké S. (2016). Etude ethnobotanique de quelques espèces du genre *Corchorus* rencontrées en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 12 (24): 415-431.
- Tarwadi K. & Agte V. (2003). Potential of commonly consumed green leafy vegetables for their antioxidant capacity and its linkage with the micronutrient profile. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 54:417-425.
- Tchatchambe J.N.B., Solomo B.E., Kirongozi F.B., Lebisabo C.B., Dhed'a B.D., Tchatchambe J.W.B. & Ngbolua K. N. (2017). Analyses nutritionnelle et toxicologique de trois plantes alimentaires traditionnelles de la Tshopo en République Démocratique du Congo. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 30 (2): 105-118.
- Tchiégang C. & Kitikil A. (2004). Données ethnonutritionnelles et caractéristiques physico-chimiques des légumes-feuilles consommés dans la savane de l'Adamaoua (Cameroun). *Tropicultura*, 22 (1): 11-18.
- Temu A., Rudebjer P., Yaye D.A. & Omrane A.O. (2016). Guide de curriculum sur les espèces négligées et sous-utilisées: combattre la faim et la malnutrition avec de nouvelles espèces. *Le Réseau Africain pour l'Education sur l'Agriculture, l'Agroforesterie et la Gestion des Ressources Naturelles*, Nairobi, Kenya et Bioversity International, Rome, Italie, 62 p.
- Tinde V. A. (2006). Les produits forestiers autres que le bois d'œuvre, la valeur des plantes

## REFERENCES

- sauvages. *Agrodok*, 39 :1- 82.
- Touati B. (2008). Etude théorique et expérimentale du séchage solaire de feuilles de la Menthe verte (*Mentha viridis*). Thèse de Doctorat, Physique Energétique et Matériaux, INSA de Lyon (France) et Université de Tlemcen (Algérie), 166 p.
- Trowbridge F. & Martorell M. (2002). Forging effective strategies to combat iron deficiency. Summary and recommendations. *Journal of Nutrition*, 85: 875-880.
- Turan M., Kordali S., Zengin H., Dursun A. & Sezen Y. (2003). Macro and micromineral content of some wild edible leaves consumed in Eastern Anatolia. *Plant Soil Science*, 53: 129-137.
- Uusiku N.P., Oelofse A., Duodu K.G., Bester M.J. & Faber M. (2010). Nutritional value of leafy vegetables of sub-Saharan Africa and their potential contribution to human health: A review. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23: 499-509.
- Valadeau C. (2010). De l'ethnobotanique à l'articulation du soin une approche anthropologique du système nosologique chez les Yanéscha de haute Amazonie péruvienne. Thèse de Doctorat, Ethnobotanique/Anthropologie, Université de Toulouse III, 381 p.
- Vachon J. (2014). Médecine traditionnelle et médecine conventionnelle en Nouvelle-Calédonie: Opinion des Médecins Généralistes du Territoire. Thèse de Doctorat, Faculté de Médecine, Université Paul Sabatier-Toulouse III (France), 78 P.
- Vauzour D., Rodriguez-Mateos A., Corona G., Oruna-Concha M.J. & Spencer J.P.E (2010). Polyphenols and human health: prevention of disease and mechanisms of action. *Nutrients*, 2: 1106-1131.
- Vessereau A. (1992). Méthodes Statistiques en Biologie et en Agronomie. TEC & DOC Lavoisier, Paris, 540 p.
- Vodouhe S., Dovoedo A., Anihouvi V.B., Tossou & Soumanou M.M. (2012). Influence du mode de cuisson sur la valeur nutritionnelle de *Solanum macrocarpum*, *Amaranthus hybridus* et *Ocimum gratissimum*, trois légumes-feuilles traditionnels acclimatés au Bénin. *International Journal of Biological Chemical Sciences*, 6(5): 1926-1937.
- Vroh B.T.A, Ouattara D. & Kpangui K.B. (2014). Disponibilité des espèces végétales spontanées à usage traditionnel dans la localité d'Agbaou, Centre Ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 76: 6386-6396.
- Wainsten J. (2009). Le Larousse Médical. Paris, Larousse 52p.
- Wang N., Hatcher D.W., Toews R. & Gawalko E.J. (2009). Influence of cooking and dehulling on nutritional composition of several varieties of lentils (*Lens culinaris*). *Food Science and Technology*, 42: 842-848.

## REFERENCES

- Wolf (1968). Manuel d'analyses des corps gras. *Edition Azoulay*, Paris (France), 519 p.
- Yao K.F., Otchoumou K.A., Wognin L.R.M.F., Konan K.A. & Niamke S. (2016). Growth parameters, protein digestibility and health status of rabbit *Oryctolagus cuniculus* fed with palatable leafy vegetables. *European Scientific Journal*, 12 (27): 191-207.
- Yao K., Koné M.W., Bonfoh B. & Kamanzi K. (2014). Antioxidant activity and total phenolic content of nine plants from Côte d'Ivoire (West Africa). *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 4 (08) : 36-41.
- Yao K. (2010). Plantes médicinales et alimentaires les plus utilisées en côte d'ivoire : enquêtes ethnobotaniques, recherches des activités antioxydantes. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies de Botanique option: Biologie, Morphologie et Taxonomie végétale, U.F.R. Biosciences, Université Felix Houphouët Boigny, Abidjan (Côte d'Ivoire), 82 p.
- Yavo E.N., Mollet M., Girardin O., Sorg J.P. & Herzog F. (2002). Le vin de palme, aliment et source de revenu pour les populations rurales en Côte d'Ivoire. *Schweiz. Z. Forstwes*, 153 (4): 123-129.
- Yéo S. (2014). Analyse de l'offre d'alphabetisation des adultes en Côte d'Ivoire. *Revue Universitaire des Sciences de l'Éducation*, 1 : 115-142.
- Zoho Bi F.G., Kouamé K.J., Yéboué K. H. & Amoikon K. E. (2018). Nutritional and physiological effects of gradual fish replacement by *Volvariella volvacea* powder in growing rats. *International Journal of Environmental and Agriculture Research*, 4 (7): 29-35.
- Zoho Bi F.G., Amoikon K.E., Ahui-Bitty M.L.B., Kouamé K.G. & Kati-Coulibaly S. (2016). Nutrients value of some edible mushrooms in Côte d'Ivoire. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 7(3): 140-145.
- Zoro A. F. (2016). Effets de différents modes de traitements technologiques sur les propriétés physico-chimiques et nutritives de 5 légumes-feuilles consommés à l'Ouest de la Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Biotechnologie-Agroalimentaire, Université Félix Houphouët- Boigny, Abidjan (Côte d'Ivoire), 254 p.
- Zoro A.F., Zoue L.T., Bedikou M.E., Kra A.S. & Niamke L.S. (2014). Effect of cooking on nutritive and antioxidant characteristics of leafy vegetables consumed in Western Côte d'Ivoire. *Archives of Applied Science Research*, 6: 114-123.
- Zoro A.F., Zoue L.T., Kra A.K., Yepie A.E. & Niamke S.L. (2013). An overview of nutritive potential of leafy vegetables consumed in Western Côte d'Ivoire. *Pakistan Journal of Nutrition*, 12: 949-956.

# **ANNEXES**

# ANNEXES

## Annexe 1 : Attestation de recherche

Ministère de l'Enseignement Supérieur et  
de la Recherche Scientifique



UNIVERSITE  
JEAN LOROUGNON GUEDE

LE VICE-PRESIDENT

377 - 2016 / UJLoG/VP-PPRE/DBK/nc

République de Côte d'Ivoire  
Union – Discipline – Travail

Daloa, le... **09 SEPT 2016** .....

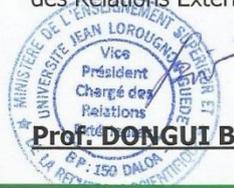
### ATTESTATION DE RECHERCHE

Je soussigné Professeur DONGUI Bini Kouamé, Vice-président chargé des Relations Extérieures, atteste que Monsieur **BEDIAKON Bini Kouakou Denis** étudiant en Thèse à l'UFR d'Agroforesterie à l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, effectuera, sous la responsabilité de Monsieur **BEUGRE GRAH AVIT Maxwell**, Maître de Conférences à l'UFR d'Agroforesterie, une recherche dans le Sud de la Côte d'Ivoire sur le thème : « Valorisation de quelques plantes alimentaires spontanées ».

Cette recherche se déroulera à Agboville du **30 Septembre 2016 au 30 Novembre 2016**.

En foi de quoi, la présente attestation lui est délivrée pour valoir et servir ce que de droit.

Pour la Présidente  
P/O le Vice-Président chargé  
des Relations Extérieures



**Prof. DONGUI Bini Kouamé**

B.P. : 150 Daloa -Tél.: (225) 32 78 75 83 / 32 78 70 59 -Fax: (225) 32 76 75 72-www.univ-jlog.ci

# ANNEXES

## Annexe 2 : Autorisation de recherche

AYE/CJ  
REGION DE L'AGNEBY-TIASSA  
-----  
DEPARTEMENT D'AGBOVILLE  
-----  
PREFECTURE D'AGBOVILLE  
-----

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE  
Union - Discipline - Travail  
-----

Agboville, le

23 SEP 2016

LE PREFET DE LA REGION DE L'AGNEBY-TIASSA  
Préfet du Département d'Agboville  
(Officier de l'Ordre National)  
CIRCULAIRE N° 50 /R. A. T/P. AGBO/SG2

A MESDAMES ET MESSIEURS:

- LE DIRECTEUR REGIONAL DE LA SODEFOR
- LE DIRECTEUR REGIONAL DE L'AGRICULTURE
- LE DIRECTEUR DEPARTEMENTAL DES EAUX ET FORETS
- LE RESPONSABLE DE L'ANADER
- LE RESPONSABLE DE L'OCPV

Objet : Autorisation de recherche

J'ai l'honneur de vous informer que dans le cadre de ses travaux de recherches sur le thème : « la valorisation de quelques plantes alimentaires spontanées dans le Sud de la Côte d'Ivoire ».

Monsieur BEDIKON Bini Kouakou Denis, Etudiant en Thèse en Biochimie à l'UFR d'Agroforesterie de l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa mènera ses activités de recherches dans vos services respectifs et ce du 30 septembre 2016 au 30 novembre 2016.

Aussi voudrais-je vous demander de prendre toutes les dispositions utiles, en vue de lui apporter l'assistance nécessaire à la réussite de ses études.

P/LE PREFET & P/D  
Le Secrétaire Général



ABTON Yaa Elie  
Secrétaire Général de Préfecture

ANNEXES

**Annexe 3 : Fiche d'enquête**

Titre : CONSOMMATION EFFECTIVE ET PERCEPTION DES CONSOMMATEURS DES PLANTES ALIMENTAIRES SPONTANÉES

|      |                         |                       |
|------|-------------------------|-----------------------|
| Q001 | Nom de l'enquêteur      | .....                 |
| Q002 | Numéro du questionnaire | /_/_/_/               |
| Q003 | Date de l'enquête       | /_/_/ /_/_/ /_/_/_/_/ |
| Q004 | Département (S/P)       | .....<br>.....        |
| Q005 | Ville/Commune           | .....<br>.....        |
| Q006 | Quartier                | .....<br>.....        |

**SECTION 1 : STATUT SOCIO-DEMOGRAPHIQUE**

| N°   | QUESTIONS                       | MODALITÉS  | RÉPONSES   | SAUTS |
|------|---------------------------------|--|------------|-------|
| Q101 | Nom de l'enquêté                | .....<br>.....   |            |       |
| Q102 | Nationalité                     | 1. Ivoirienne<br>2. Burkinabée<br>3. Malienne<br>4. Autres (à préciser)<br>..... | /_/_/      |       |
| Q103 | Ethnie                          | .....<br>.....   |            |       |
| Q104 | Sexe                            | 1. Masculin ; 2. Féminin   | /_/_/      |       |
| Q105 | Age de l'enquêté                | .....<br>.....   | /_/_//_/_/ |       |
| Q106 | Profession                      | 1. Agriculteur<br>2. Planteur<br>3. Autres (à préciser)<br>.....                 | /_/_/      |       |
| Q107 | Quel est votre niveau d'étude ? | 1. Aucun<br>2. Primaire<br>3. Secondaire<br>4. Supérieur<br>5. coranique         | /_/_/      |       |
| Q108 | Situation matrimoniale          | 1. Marié(e) 2. Célibataire 3. veuf<br>4. divorcé 5. concubain                    | /_/_/      |       |
| Q109 | Religion                        | 1. Chrétienne<br>2. Musulmane<br>3- Animiste<br>4. Autres (à préciser).....      | /_/_/      |       |

ANNEXES

**SECTION 2 : CONSOMMATION DES PLANTES SAUVAGES**

| N°    | QUESTIONS   |                  |  |  |  |   |  |  |   |                                  |   |     |
|-------|---|------------------|--|--|--|---|--|--|---|----------------------------------|---|-----|
| Q201  | Consommez-vous des plantes des aliments sauvages? | 1- Oui<br>2- Non |  |  |  |   |  |  |   |                                  |   | / / |
| Q2 02 | Si oui, citez-les ?                               | <b>A-Ethnie</b>  | <b>B- Organes consommés</b><br>1- feuilles ;<br>2- fleurs ;<br>3- Fruits ;<br>4- Tiges ;<br>5- Graines ;<br>6- Autres... | <b>C- Lieu d'approvisionnement</b><br>1- brousse ;<br>2- champ ;<br>3- marché<br>4- autres | <b>D- Transformation après récolte</b><br>1- séchage<br>2-fermentation<br>3- huile alimentaire<br>4- farine<br>5- boisson<br>6- aucun<br>7- autres | <b>E- Etat de consommation</b><br>1- après cuisson ;<br>2- cru ;<br>3- autres | <b>F- Mode d'utilisation culinaire</b><br>1- condiment<br>2- épice ;<br>3- épinard<br>4- friandise ;<br>5-légume ;<br>6- autres..... | <b>G- Goût</b><br>1- amer ;<br>2- salé ;<br>3- sucré ;<br>4- autres... | <b>H- Autres usages</b><br>1- santé ;<br>2- autres... | <b>I- Prix de vente (par kg)</b> | <b>J- si santé précisez</b><br>1- paludisme<br>2- diarrhée<br>3- hémorroïdes<br>4- toux<br>5- ictère<br>6- autres ..... |     |
| 1     | .....   | .....            | / /  | / /  | / /  | / /   | / /  | / /  | / /   | / /                              | / /   |     |
| 2     | .....   | .....            | / /  | / /  | / /  | / /   | / /  | / /  | / /   | / /                              | / /   |     |
| 3     | .....   | .....            | / /  | / /  | / /  | / /   | / /  | / /  | / /   | / /                              | / /   |     |
| 4     | .....   | .....            | / /  | / /  | / /  | / /   | / /  | / /  | / /   | / /                              | / /   |     |
| 5     | .....   | .....            | / /  | / /  | / /  | / /   | / /  | / /  | / /   | / /                              | / /   |     |
| 6     | .....   | .....            | / /  | / /  | / /  | / /   | / /  | / /  | / /   | / /                              | / /   |     |
| 7     | .....   | .....            | / /  | / /  | / /  | / /   | / /  | / /  | / /   | / /                              | / /   |     |
| 8     | .....   | .....            | / /  | / /  | / /  | / /   | / /  | / /  | / /   | / /                              | / /   |     |
| 9     | .....   | .....            | / /  | / /  | / /  | / /   | / /  | / /  | / /   | / /                              | / /   |     |
| 10    | .....   | .....            | / /  | / /  | / /  | / /   | / /  | / /  | / /   | / /                              | / /   |     |
| 11    | .....   | .....            | / /  | / /  | / /  | / /   | / /  | / /  | / /   | / /                              | / /   |     |
| 12    | .....   | .....            | / /  | / /  | / /  | / /   | / /  | / /  | / /   | / /                              | / /   |     |
| 13    | .....   | .....            | / /  | / /  | / /  | / /   | / /  | / /  | / /   | / /                              | / /   |     |
| 14    | .....   | .....            | / /  | / /  | / /  | / /   | / /  | / /  | / /   | / /                              | / /   |     |
| 15    | .....   | .....            | / /  | / /  | / /  | / /   | / /  | / /  | / /   | / /                              | / /   |     |
| 16    | .....   | .....            | / /  | / /  | / /  | / /   | / /  | / /  | / /   | / /                              | / /   |     |
| 17    | .....   | .....            | / /  | / /  | / /  | / /   | / /  | / /  | / /   | / /                              | / /   |     |
| 18    | .....   | .....            | / /  | / /  | / /  | / /   | / /  | / /  | / /   | / /                              | / /   |     |

ANNEXES

| N° | QUESTIONS   |   |   |   |  |                             |
|----|---|---|---|---|--|-----------------------------|
|    | K- Mode de récolte<br><i>1- cueillette<br/>2- ramassage<br/>3- autres</i> | L- Abondance de la plante<br><i>1- très<br/>2- moyenne<br/>3- peu<br/>4- rare<br/>5- autres....</i> | M- Quelles sont celle qu'on pourrait domestiquer selon vous ?<br><i>1- Oui<br/>2- Non</i> | N- Pourquoi ?<br><i>1- à cause du goût<br/>2- bénéfice santé<br/>3- sa rareté<br/>4- autre précisez</i> | O- Classez par ordre décroissant de préférence (chiffre arabe) | P- Période de disponibilité |
| 1  | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_//_/_/   | .....                       |
| 2  | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_//_/_/   | .....                       |
| 3  | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_//_/_/   | .....                       |
| 4  | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_//_/_/   | .....                       |
| 5  | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_//_/_/   | .....                       |
| 6  | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_//_/_/   | .....                       |
| 7  | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_//_/_/   | .....                       |
| 8  | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_//_/_/   | .....                       |
| 9  | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_//_/_/   | .....                       |
| 10 | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_//_/_/   | .....                       |
| 11 | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_//_/_/   | .....                       |
| 12 | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_//_/_/   | .....                       |
| 13 | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_//_/_/   | .....                       |
| 14 | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_//_/_/   | .....                       |
| 15 | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_//_/_/   | .....                       |
| 16 | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_//_/_/   | .....                       |
| 17 | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_//_/_/   | .....                       |
| 18 | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_/   | /_/_//_/_/   | .....                       |

Merci d'avoir consacré votre temps au questionnaire.

## ANNEXES

**Annexe 4 :** Valeurs propres des axes de l'ACP des caractéristiques biochimiques et énergétiques des feuilles.

|                 | F1       | F2       |
|-----------------|----------|----------|
| Valeur propre   | 2,982056 | 2,317296 |
| Variabilité (%) | 42,60080 | 33,10422 |
| % cumulé        | 42,6008  | 75,7050  |

**Annexe 5 :** Contributions des observations (%) relative à l'ACP des caractéristiques physicochimiques et énergétiques et des feuilles.

| Echantillons  | F 1             | F 2             |
|---------------|-----------------|-----------------|
| WO T0         | 1,01509         | 2,10020         |
| WO T10        | 0,94667         | 13,42255        |
| <b>WO T15</b> | 0,86423         | <b>17,88223</b> |
| <b>WO T20</b> | 0,96801         | 15,82130        |
| AH T0         | 9,00946         | 3,16132         |
| <b>AH T10</b> | 15,65092        | 0,00824         |
| <b>AH T15</b> | <b>16,10893</b> | 0,43908         |
| <b>AH T20</b> | <b>20,55963</b> | 1,02893         |
| AS T0         | 1,66315         | 11,82825        |
| AS T10        | 0,09454         | 2,64802         |
| AS T15        | 0,00697         | 0,24054         |
| AS T20        | 0,00319         | 0,05890         |
| <b>FO T0</b>  | 0,88326         | <b>31,00261</b> |
| FO T10        | 11,47275        | 0,06160         |
| FO T15        | 10,50565        | 0,05005         |
| FO T20        | 10,24757        | 0,24617         |

WO correspond à *Wognonibou*, AH correspond à *Ahirôh*, AS correspond à *Assiacriba* et FO correspond à *Foué*. T0 correspond à la matière fraîche, T10 à 10 min de cuisson, T15 à 15 min de cuisson et T20 à 20 min de cuisson.

**Annexe 6:** Contributions des variables (%) relative à l'ACP des caractéristiques physicochimiques et énergétiques des feuilles.

| Paramètres | F 1      | F 2      |
|------------|----------|----------|
| Humidité   | 0,126678 | 0,066524 |
| Cendres    | 0,000787 | 0,243122 |
| Lipides    | 0,004712 | 0,310725 |
| Fibres     | 0,116057 | 0,256428 |
| Proteines  | 0,153685 | 0,098188 |
| Glucides   | 0,313848 | 0,000352 |
| VE         | 0,284233 | 0,024661 |

. VE: Valeur énergétique

ANNEXES

**Annexe 7:** Valeurs propres des axes de l'ACP des minéraux des feuilles

|                 | F1       | F2       |
|-----------------|----------|----------|
| Valeur propre   | 2,592782 | 1,943899 |
| Variabilité (%) | 37,03975 | 27,76998 |
| % cumulé        | 37,0397  | 64,8097  |

**Annexe 8:** Contributions des observations (%) relative à l'ACP des minéraux feuilles.

| Echantillons  | F 1             | F 2             |
|---------------|-----------------|-----------------|
| <b>WO T0</b>  | 0,01599         | <b>17,92169</b> |
| WO T10        | 3,94239         | 11,67682        |
| WO T15        | 8,33418         | 5,35317         |
| <b>WO T20</b> | <b>15,91980</b> | 2,38212         |
| AH T0         | 7,08178         | 1,46269         |
| AH T10        | 0,20745         | 2,69555         |
| AH T15        | 0,33789         | 1,93911         |
| AH T20        | 5,95216         | 2,93397         |
| AS T0         | 9,49285         | 0,01442         |
| AS T10        | 6,59567         | 8,87670         |
| <b>AS T15</b> | 0,33078         | <b>17,45785</b> |
| AS T20        | 2,50000         | 6,04472         |
| <b>FO T0</b>  | <b>30,06276</b> | <b>21,16894</b> |
| FO T10        | 3,05143         | 0,00972         |
| FO T15        | 0,31186         | 0,00645         |
| FO T20        | 5,86302         | 0,05606         |

WO correspond à *Wogonibou*, AH correspond à *Ahirôh*, AS correspond à *Assiacriba* et FO correspond à *Foué*. T0 correspond à la matière fraîche, T10 à 10 min de cuisson, T15 à 15 min de cuisson et T20 à 20 min de cuisson.

**Annexe 9:** Contributions des variables (%) relative à l'ACP des minéraux des feuilles.

| Minéraux  | F 1             | F 2             |
|-----------|-----------------|-----------------|
| Na        | 0,102083        | 0,063539        |
| <b>Mg</b> | 0,002206        | <b>0,485751</b> |
| <b>P</b>  | <b>0,150316</b> | 0,077447        |
| <b>K</b>  | <b>0,152872</b> | 0,019740        |
| <b>Ca</b> | 0,004545        | <b>0,318356</b> |
| <b>Fe</b> | <b>0,177535</b> | 0,004002        |
| Cu        | 0,099637        | 0,008497        |
| <b>Zn</b> | <b>0,180821</b> | 0,016094        |

## ANNEXES

**Annexe 10:** Valeurs propres des axes de l'ACP des minéraux et des antinutriments des feuilles cuites à l'eau.

|                 | F1       | F2       |
|-----------------|----------|----------|
| Valeur propre   | 5,636509 | 2,212149 |
| Variabilité (%) | 46,97091 | 18,43458 |
| % cumulé        | 46,9709  | 65,4055  |

**Annexe 11:** Contributions des observations (%) relative à l'ACP des minéraux et des antinutriments des feuilles.

| Echantillons  | F1              | F 2             |
|---------------|-----------------|-----------------|
| WO T0         | 0,01274         | 14,14958        |
| WO T10        | 3,51679         | 10,25156        |
| WO T15        | 8,47269         | 4,74706         |
| <b>WO T20</b> | <b>15,86733</b> | 2,63984         |
| AH T0         | 12,32848        | 1,19050         |
| AH T10        | 1,02036         | 0,01561         |
| AH T15        | 0,05960         | 0,68557         |
| AH T20        | 3,97726         | 0,01207         |
| AS T0         | 8,43394         | 0,79659         |
| <b>AS T10</b> | 2,45801         | <b>22,03679</b> |
| <b>AS T15</b> | 0,14663         | <b>30,12310</b> |
| AS T20        | 5,57208         | 1,13293         |
| <b>FO T0</b>  | <b>30,87292</b> | 10,87103        |
| FO T10        | 2,67967         | 0,18165         |
| FO T15        | 0,20880         | 0,54726         |
| FO T20        | 4,37270         | 0,61885         |

WO correspond à *Wognonibou*, AH correspond à *Ahirôh*, AS correspond à *Assiacriba* et FO correspond à *Foué*. T0 correspond à la matière fraîche, T10 à 10 min de cuisson, T15 à 15 min de cuisson et T20 à 20 min de cuisson

**Annexe 12:** Contributions des variables (%) relative à l'ACP des minéraux et des antinutriments des feuilles.

| Paramètres | F1              | F 2             |
|------------|-----------------|-----------------|
| Tanins     | 0,002393        | 0,148452        |
| Oxalates   | <b>0,126298</b> | 0,000140        |
| Phytates   | 0,061841        | 0,149386        |
| Na         | 0,082808        | 0,007127        |
| Mg         | 0,002213        | <b>0,224085</b> |
| P          | 0,114380        | 0,088581        |
| K          | <b>0,130559</b> | 0,005309        |
| Ca         | 0,000024        | <b>0,340032</b> |
| Fe         | <b>0,149395</b> | 0,013029        |
| Cu         | 0,059669        | 0,008673        |
| Zn         | <b>0,154430</b> | 0,012720        |

## ANNEXES

**Annexe 13:** Valeurs propres des axes de l'ACP des phytonutriments, de la vitamine C et de l'activité antioxydante des feuilles cuites à l'eau

|                 | <b>F1</b> | <b>F2</b> |
|-----------------|-----------|-----------|
| Valeur propre   | 4,336747  | 0,54852   |
| Variabilité (%) | 86,73494  | 10,97051  |
| % cumulé        | 86,7349   | 97,7055   |

**Annexe 14:** Contributions des observations (%) relative à l'ACP des phytonutriments, de la vitamine C et de l'activité antioxydante des feuilles.

| <b>Echantillons</b> | <b>F1</b>       | <b>F 2</b>      |
|---------------------|-----------------|-----------------|
| <b>WO T0</b>        | <b>17,51232</b> | <b>25,58015</b> |
| WO T10              | 0,01485         | 2,77618         |
| WO T15              | 2,11101         | 0,06680         |
| WO T20              | 8,40452         | 2,92053         |
| <b>AH T0</b>        | <b>15,64977</b> | <b>14,91573</b> |
| <b>AH T10</b>       | <b>1,64857</b>  | <b>25,15104</b> |
| AH T15              | 0,17981         | 6,05699         |
| AH T20              | 4,43008         | 0,08460         |
| AS T0               | 5,84543         | 9,72868         |
| AS T10              | 0,47073         | 0,03584         |
| AS T15              | 3,23170         | 0,83548         |
| AS T20              | 8,91984         | 2,49160         |
| <b>FO T0</b>        | <b>21,43423</b> | <b>2,39954</b>  |
| FO T10              | 0,09862         | 5,01043         |
| FO T15              | 2,38851         | 0,10042         |
| FO T20              | 7,66001         | 1,84599         |

WO correspond à *Wognonibou*, AH correspond à *Ahirôh*, AS correspond à *Assiacriba* et FO correspond à *Foué*. T0 correspond à la matière fraîche, T10 à 10 min de cuisson, T15 à 15 min de cuisson et T20 à 20 min de cuisson

**Annexe 15:** Contributions des variables (%) relative à l'ACP des phytonutriments, de la vitamine C et de l'activité antioxydante des feuilles cuites à l'eau

| <b>Paramètres</b>            | <b>F 1</b>      | <b>F 2</b>      |
|------------------------------|-----------------|-----------------|
| <b>Flavonoïdes</b>           | <b>0,192677</b> | <b>0,258875</b> |
| <b>Caroténoïdes</b>          | <b>0,173041</b> | <b>0,427207</b> |
| <b>Polyphénols</b>           | <b>0,213138</b> | 0,105524        |
| <b>Vitamine C</b>            | <b>0,204233</b> | 0,173598        |
| <b>Activité antioxydante</b> | <b>0,216911</b> | 0,034796        |

## ANNEXES

**Annexe 16:** Valeurs propres des axes de l'ACP des caractéristiques biochimiques et énergétiques des feuilles séchées

|                 | F1       | F2       |
|-----------------|----------|----------|
| Valeur propre   | 2,592782 | 1,943899 |
| Variabilité (%) | 37,03975 | 27,76998 |
| % cumulé        | 37,0397  | 64,8097  |

**Annexe 17:** Contributions des observations (%) relatives à l'ACP des caractéristiques biochimiques et énergétiques des feuilles séchées

| Echantillons | F 1             | F 2             |
|--------------|-----------------|-----------------|
| AH SO        | 1,08263         | <b>18,44556</b> |
| AH SS        | 0,97243         | 11,01877        |
| AH ST        | 7,31551         | 4,28908         |
| AS SO        | 6,73873         | 1,87425         |
| AS SS        | 4,35858         | 0,24598         |
| AS ST        | 1,33050         | <b>18,81887</b> |
| FO SO        | <b>19,22586</b> | 0,03246         |
| FO SS        | 8,72512         | 3,20006         |
| FO ST        | 2,71104         | <b>21,34164</b> |
| WO SO        | 10,74124        | <b>13,84478</b> |
| WO SS        | <b>20,84806</b> | 2,41214         |
| WO ST        | <b>15,95029</b> | 4,47640         |

WO correspond à *Wognonibou*, AH correspond à *Ahirôh*, AS correspond à *Assiacriba* et FO correspond à *Foué*, ST correspond à la matière fraîche sans traitement, SO correspond au séchage à l'ombre et SS au séchage solaire.

**Annexe 18:** Contributions des variables (%) relatives à l'ACP des caractéristiques biochimiques et énergétiques des feuilles séchées

|                  | F 1             | F 2             |
|------------------|-----------------|-----------------|
| <b>Humidité</b>  | 0,061985        | <b>0,330884</b> |
| <b>Cendres</b>   | <b>0,259742</b> | 0,014185        |
| <b>Lipides</b>   | 0,059731        | <b>0,374570</b> |
| <b>Fibres</b>    | <b>0,322413</b> | 0,017472        |
| <b>Proteines</b> | <b>0,207879</b> | 0,134257        |
| <b>Glucides</b>  | <b>0,000424</b> | <b>0,128552</b> |
| <b>VE</b>        | 0,087827        | 0,000079        |

VE : valeur énergétique.

ANNEXES

**Annexe 19:** Valeurs propres des axes de l'ACP des minéraux des feuilles séchées

|                 | F1       | F2       |
|-----------------|----------|----------|
| Valeur propre   | 3,222816 | 2,219598 |
| Variabilité (%) | 35,80906 | 24,66220 |
| % cumulé        | 35,8091  | 60,4713  |

**Annexe 20:** Contributions des observations (%) relatives à l'ACP des minéraux des feuilles séchées

| Echantillons | F1              | F 2             |
|--------------|-----------------|-----------------|
| AH SO        | 4,01032         | 12,34087        |
| <b>AH SS</b> | <b>15,83534</b> | 7,87289         |
| <b>AH ST</b> | <b>15,54043</b> | 2,60082         |
| AS SO        | 0,32633         | 4,14026         |
| AS SS        | 5,16926         | 0,06851         |
| AS ST        | 2,78484         | 2,06824         |
| FO SO        | 0,03836         | 6,18657         |
| FO SS        | 1,95832         | 0,27322         |
| <b>FO ST</b> | <b>12,00138</b> | <b>60,83814</b> |
| <b>WO SO</b> | <b>16,22566</b> | 0,98573         |
| WO SS        | 10,56933        | 0,02394         |
| <b>WO ST</b> | <b>15,54043</b> | 2,60082         |

WO correspond à *Wognonibou*, AH correspond à *Ahirôh*, AS correspond à *Assiacriba* et FO correspond à *Foué*, ST correspond à la matière fraîche sans traitement, SO correspond au séchage à l'ombre et SS au séchage solaire.

**Annexe 21:** Contributions des variables (%) relatives à l'ACP des minéraux des feuilles séchées

| Minéraux  | F 1             | F 2             |
|-----------|-----------------|-----------------|
| <b>Na</b> | <b>0,195510</b> | 0,018277        |
| <b>Mg</b> | 0,022783        | <b>0,149510</b> |
| <b>P</b>  | 0,037611        | <b>0,345617</b> |
| <b>K</b>  | <b>0,263418</b> | <b>0,179000</b> |
| Ca        | 0,081094        | 0,063399        |
| <b>Fe</b> | <b>0,239161</b> | 0,000658        |
| Cu        | 0,041839        | 0,112447        |
| <b>Zn</b> | 0,113286        | <b>0,122735</b> |

ANNEXES

**Annexe 22:** Valeurs propres des axes de l'ACP des minéraux et antinutriments des feuilles séchées

|                 | F1       | F2       |
|-----------------|----------|----------|
| Valeur propre   | 4,454497 | 2,471933 |
| Variabilité (%) | 37,12081 | 20,59944 |
| % cumulé        | 37,1208  | 57,7202  |

**Annexe 23:** Contributions des observations (%) relatives à l'ACP des des minéraux et antinutriments des feuilles séchées

| Echantillons | F 1             | F 2             |
|--------------|-----------------|-----------------|
| AH SO        | 0,02319         | <b>14,39154</b> |
| AH SS        | 9,35080         | <b>14,36990</b> |
| AH ST        | 5,53076         | <b>12,06479</b> |
| AS SO        | 0,12532         | 2,88272         |
| AS SS        | 8,49751         | 0,93951         |
| AS ST        | 1,06979         | 0,37392         |
| FO SO        | 0,02338         | 3,46526         |
| FO SS        | <b>10,42408</b> | 0,37181         |
| FO ST        | <b>16,73041</b> | <b>38,36258</b> |
| WO SO        | <b>31,41289</b> | 0,66829         |
| WO SS        | <b>11,28110</b> | 0,04487         |
| WO ST        | 5,53076         | <b>12,06479</b> |

WO correspond à *Wognonibou*, AH correspond à *Ahirôh*, AS correspond à *Assiacriba* et FO correspond à *Foué*, ST correspond à la matière fraîche sans traitement, SO correspond au séchage à l'ombre et SS au séchage solaire.

**Annexe 24:** Contributions des variables (%) relatives à l'ACP des minéraux et antinutriments des feuilles séchées

| Paramètres | F 1             | F 2             |
|------------|-----------------|-----------------|
| Tanins     | <b>0,102276</b> | 0,064149        |
| Oxalates   | <b>0,186792</b> | 0,016306        |
| Phytates   | 0,064487        | 0,024041        |
| Na         | <b>0,114155</b> | 0,000019        |
| Mg         | 0,002374        | <b>0,178297</b> |
| P          | 0,045713        | <b>0,229249</b> |
| K          | <b>0,170006</b> | 0,057986        |
| Ca         | 0,060876        | 0,072939        |
| Fe         | <b>0,182692</b> | 0,026494        |
| Cu         | 0,001178        | 0,017041        |
| Zn         | 0,068692        | 0,019549        |

## ANNEXES

**Annexe 25:** Valeurs propres des axes de l'ACP des phytonutriments, de la vitamine C et de l'activité antioxydante des feuilles séchées

|                 | F1        | F2       |
|-----------------|-----------|----------|
| Valeur propre   | 2,6255432 | 1,829499 |
| Variabilité (%) | 52,51085  | 36,58998 |
| % cumulé        | 52,5109   | 89,1008  |

**Annexe 26:** Contributions des observations (%) relatives à l'ACP des phytonutriments, de la vitamine C et de l'activité antioxydante des feuilles séchées

| Echantillons | F 1             | F 2             |
|--------------|-----------------|-----------------|
| AH SO        | 0,70593         | <b>12,16060</b> |
| AH SS        | <b>19,93684</b> | <b>7,70846</b>  |
| AH ST        | <b>15,72582</b> | 6,22320         |
| AS SO        | 1,56849         | 6,84720         |
| AS SS        | <b>21,76342</b> | <b>9,15345</b>  |
| AS ST        | 6,71189         | 0,36937         |
| FO SO        | 0,00595         | <b>7,76095</b>  |
| FO SS        | 8,38740         | 3,91454         |
| FO ST        | 8,81352         | <b>8,08772</b>  |
| WO SO        | 0,60384         | <b>26,98539</b> |
| WO SS        | 0,05107         | 4,56591         |
| WO ST        | <b>15,72582</b> | 6,22320         |

WO correspond à *Wognonibou*, AH correspond à *Ahirôh*, AS correspond à *Assiacriba* et FO correspond à *Foué*, ST correspond à la matière fraîche sans traitement, SO correspond au séchage à l'ombre et SS au séchage solaire.

**Annexe 27:** Contributions des variables (%) relatives à l'ACP des phytonutriments, de la vitamine C et de l'activité antioxydante des feuilles séchées

| Paramètres            | F 1             | F2              |
|-----------------------|-----------------|-----------------|
| Carotenoides          | <b>0,313215</b> | 0,051045        |
| Vitamine C            | <b>0,284288</b> | <b>0,112829</b> |
| Polyphénols           | <b>0,185434</b> | <b>0,252807</b> |
| Activité antioxydante | 0,026929        | <b>0,390339</b> |
| Flavonoides           | <b>0,190133</b> | <b>0,192979</b> |

**PUBLICATIONS TIRÉES DE CETTE THÈSE**

## ANNEXES

### **PUBLICATION 1**

# Enquête ethnobotanique sur les plantes spontanées alimentaires dans le département d'Agboville (Côte d'Ivoire)

## [Ethnobotanical survey on spontaneous food plants in Agboville department (Côte d'Ivoire)]

*Bédiakon Bini Kouakou Denisi<sup>1</sup>, Beugré Grah Avit Maxwell<sup>1</sup>, Yao Konan<sup>2</sup> and Ouattara Djakalia<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Department,  
Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa)/ Laboratoire d'Agro valorisation  
Daloa, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup>Department,  
Université Felix Houphouët Boigny (Abidjan) / Centre National floristique  
Abidjan, Côte d'Ivoire

### ABSTRACT:

In Africa and mainly in Côte d'Ivoire, people are interested in wild food plants. A survey based on interviews collected information from indigenous, non-native and non-indigenous populations in 5 sub-prefectures and 6 villages in Agboville department (Côte d'Ivoire). The purpose of the survey was to inventory and evaluate the level of knowledge and usefulness of the spontaneous edible plants. The species were harvested and identified at the herbarium of the National Floristic Center of the University Felix Houphouët Boigny of Abidjan-Cocody. Ninety-six (96) plants were identified and divided into 87 genera and 48 families. Malvaceae, Fabaceae, Arecaceae, Lamiaceae and Solanaceae are the most represented families. These plants grow spontaneously in forests, fallows and fields. The most consumed organs are fruit (41.70%), leaves (32.20%) and seeds (25.40%). The survey showed the high number of spontaneous plants used in the preparation of meals in this locality. These species identified in the study area are consumed in various forms (raw, cooked, dried). These species could be excellent sources to cover the micronutrient needs of local populations.

**KEYWORDS:** Ethnobotanical survey, Spontaneous plants, Food using, Agboville.

### RESUME

En Afrique et principalement en Côte d'Ivoire, les populations accordent un intérêt aux plantes sauvages alimentaires. Une enquête s'appuyant sur des entretiens a permis de recueillir des informations auprès des populations autochtones, allochtones et allogènes dans 5 sous-préfectures et 6 villages du département d'Agboville (Côte d'Ivoire). L'enquête avait pour objectif d'inventorier et d'évaluer le niveau de connaissance et l'utilité des plantes spontanées comestibles. Les espèces ont été récoltées puis identifiées à l'herbier du Centre National Floristique de l'Université Félix Houphouët Boigny d'Abidjan-Cocody. Quarante-vingt-seize (96) plantes ont été recensées et réparties en 87 genres et 48 familles. Les Malvaceae, les Fabaceae, les Arecaceae, les Lamiaceae et les Solanaceae sont les familles les mieux représentées. Ces plantes poussent spontanément dans les forêts, les jachères et les champs. Les organes les plus consommés sont les fruits (41,70 %), les feuilles (32,20 %) et les graines (25,40 %). L'enquête a montré la présence en nombre élevé de plantes spontanées entrant dans la confection des repas dans cette localité. Ces espèces recensées dans la zone d'étude sont consommées sous diverses formes (cru, cuit, séché). Ces espèces pourraient être d'excellentes sources pour couvrir les besoins en micronutriments des populations locales.

**MOTS-CLEFS:** Enquête ethnobotanique, Plantes spontanées, usages alimentaires, Agboville.

## 1 INTRODUCTION

L'homme a toujours mis à contribution la nature pour satisfaire ses besoins vitaux. Il a ainsi appris à connaître et à établir une relation avec les êtres vivants de son milieu [1]. De ce milieu de vie, il tire une protection, la nourriture, une source d'énergie, un habitat et des soins [2,3,4,5]. En Afrique au sud du Sahara, les populations accordent un grand intérêt aux plantes intervenant dans l'alimentation et la santé [6,5]. Les plantes sollicitées pour tous ces services sont soit cultivées, soit sauvages [7,8]. Les plantes sauvages ont représenté l'une des principales sources pour l'alimentation humaine. Toutefois, elles ont été délaissées par les populations au profit des plantes exotiques au début du 20<sup>ème</sup> siècle [9]. Les raisons avancées sont diverses : la rareté des plantes alimentaires, leur méconnaissance et d'autre part, l'absence de données scientifiques sur ces espèces pouvant justifier leur consommation et leur sauvegarde [10].

La Côte d'Ivoire est pourvue d'une forte diversité floristique [11]. Plusieurs auteurs ont déjà cherché à décrire les plantes par rapport aux utilisations faites par les populations [12, 13,6]. L'étude des plantes spontanées servant d'aliments en Côte d'Ivoire n'a pas encore couvert toutes les régions. Il est donc impossible d'indiquer une liste exhaustive de ces plantes. C'est pourquoi l'inventaire de la flore alimentaire spontanée s'avère indispensable pour mettre à la disposition du monde scientifique une base de données fiable. La présente étude voudrait permettre de disposer de données complémentaires.

Il convient dès lors d'inventorier les plantes spontanées comestibles, d'évaluer le niveau de connaissance et de consommation de ces plantes afin de déterminer leur contribution à la sécurité alimentaire.

C'est donc pour contribuer à une meilleure connaissance des plantes que ce travail a été initié. Il s'agira de:

- inventorier les plantes alimentaires spontanées de la région d'Agboville,
- évaluer le niveau de connaissance des populations sur ces plantes
- évaluer le niveau d'exploitation de ces plantes.

Pour atteindre cet objectif, une enquête ethnobotanique et de perception des consommateurs de plantes a été entreprise dans plusieurs sous-préfectures et villages du département d'Agboville.

## 2 MATERIEL ET METHODES

### 2.1- MATERIEL

#### 2.1.1- MATERIEL BIOLOGIQUE

L'étude a conduit à identifier 96 espèces végétales soit 87 genres et 48 familles.

#### 2.1.2- MATERIEL TECHNIQUE

Le matériel technique utilisé pour la collecte des données est constitué entre autres des fiches d'enquêtes ethnobotaniques et de perception des fonctionnalités recherchées (goût, santé, arôme) par des consommateurs de plantes, d'un appareil photo numérique (Canon IXUS 275 HS Noir Compact - 21,1 mégapixels) et d'un sécateur (Fiskars Powergear).

### 2.2- METHODES

#### 2.2.1- ENQUETE ETHNOBOTANIQUE

Les informations collectées concernaient le statut sociodémographique de l'enquêté, le nom vernaculaire de toutes les plantes spontanées utilisées dans le milieu, l'organe consommé, le lieu d'approvisionnement, les transformations après récolte, l'état de consommation, le mode de récolte, le mode d'utilisation culinaire, le goût, l'abondance et les périodes de disponibilité, la domestication, la préférence et l'existence ou non d'autres modes d'utilisation. Les noms des plantes sont recueillis en langues locales ou en français suivis d'une description. Des échantillons de plantes ont été récoltés avec l'aide des informateurs et identifiés sur place. Celles qui n'ont pas pu être correctement identifiées ont été conservées,

transportées au Centre National Floristique (CNF) de l'Université Félix Houphouët Boigny de Cocody en vue d'une identification ou d'une confirmation. La récolte d'organes consommés a réduit les risques d'erreurs. Des photographies ont été également prises sur les sites de récolte et sur les marchés locaux pour une meilleure conservation des espèces.

### **2.2.1.1- CHOIX DES SITES D'ENQUETES**

Le site d'études pour les enquêtes ethnobotaniques et de perception des consommateurs de plantes est le département d'Agboville. Le choix de cette localité s'explique par sa proximité avec la ville d'Abidjan qui a vu sa population augmenter de façon considérable pendant la crise post-électorale d'une part et la présence de quelques reliques de forêts dans cette localité d'autre part. Avant les enquêtes ethnobotaniques proprement dites, des prospections ont été effectuées dans le département en vue du choix des sous-préfectures et des villages. Un échantillonnage réalisé dans le département a permis de retenir cinq sous-préfectures de façon aléatoire. Pour chacune des sous-préfectures considérées, un village a été sélectionné au hasard et deux pour la sous-préfecture centrale d'Agboville, ce qui donne un total de 11 localités visitées pour l'enquête ethnobotanique. Ces 11 localités sont Agboville, Yapokpa, Petit Yapo, Azaguié, Azaguié Mankouguié, Attobrou, Yadio, Rubino, Kotchi-mpo, Aboudé Mandéké et Aboudé Kouassikro dont 1 chef-lieu de Région et de département, 4 chefs-lieux de sous-préfectures et 6 villages. Au total, cette enquête a porté sur un échantillon de 400 personnes.

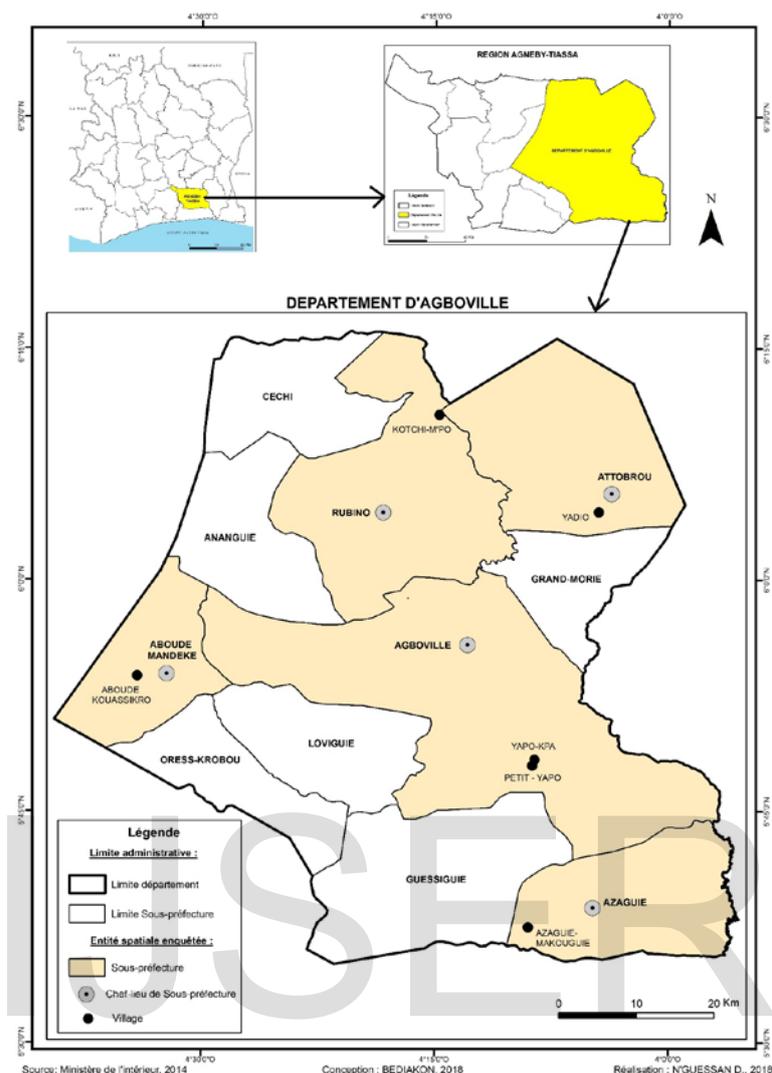
Les quartiers ont été choisis de façon aléatoire dans chacune des villes et dans les villages visités. Les hommes, les femmes et les jeunes ont été interrogés. Cependant, puisque le sujet fait appel aux habitudes alimentaires, les hommes et les femmes sont sensés en savoir plus et donc ont été majoritairement interrogés. Les informations collectées concernaient le statut sociodémographique de l'enquêté, le nom vernaculaire de toutes les plantes spontanées utilisées dans le milieu, l'organe consommé, le lieu d'approvisionnement, les transformations après récolte, l'état de consommation, le mode de récolte, le mode d'utilisation culinaire, le goût, l'abondance et les périodes de disponibilité, la domestication, la préférence et l'existence ou non d'autres modes d'utilisation. Les noms des plantes sont recueillis en langues locales ou en français suivis d'une description. Des échantillons de plantes ont été récoltés avec l'aide des informateurs et identifiés sur place. Ceux qui n'ont pas pu être correctement identifiés ont été mis en herbier en vue d'une identification ou d'une confirmation au laboratoire.

### **2.2.1.2- PRESENTATION DES SITES D'ENQUETES**

Située dans le sud forestier de la Côte d'Ivoire et englobant la pointe Sud du V baoulé savanicole, la Région de l'Agneby-Tiassa s'étend sur une superficie de 9 080 km<sup>2</sup> et compte 292 109 habitants (RGPH, 2014). Elle est limitée au Nord par les Régions du Moronou et du Bélier, au Sud par la Région des Grands Ponts, à l'Est par la Région de la Mé et à l'Ouest par les Régions des Grands Ponts, du Gôh et du Lôh-Djiboua. Cette région est composée administrativement de quatre (04) départements que sont Tiassalé, Sikensi et Taabo et Agboville (chef-lieu de région). Elle compte également seize (16) Sous-Préfectures. Le département d'Agboville se situe entre 5° 55'41' latitude Nord et 4°13'01' longitude Ouest. Il compte également onze (11) Sous-Préfectures que sont Agboville, Azaguié, Céchi, Grand Morié, Guessiguié, Loviguié, Oress-Krobou, Rubino, Aboudé, Ananguié et Attobrou.

Le Relief est généralement plat avec quelques élévations par endroit. Le climat de type subéquatorial, comprend quatre (04) saisons : deux (02) saisons des pluies et deux (02) saisons sèches. Une grande saison des pluies d'Avril à Juillet, pendant laquelle tombent les 2/3 des précipitations annuelles, une petite saison sèche d'Août à Septembre, une petite saison des pluies d'Octobre à Novembre et une grande saison sèche de Décembre à Mars.

Le réseau hydrographique présente plusieurs cours d'eau au débit intermittent comme l'Agnéby. Les Abbey et Krobou constituent les ethnies autochtones de ce département et cohabitent pacifiquement avec les allogènes et allochtones.



**Fig. 1. Carte du departement d'Agboville**

**2.2.1.3. ENQUETE DE PERCEPTION DES CONSOMMATEURS DE PLANTES**

Ces enquêtes se sont déroulées de Septembre 2016 au mois de Mai 2017. Nous avons effectué ces enquêtes dans le but d'avoir une idée générale sur la connaissance traditionnelle et l'utilisation des plantes alimentaires dans les ménages, ainsi que les fonctionnalités recherchées (goût, saveur et bénéfiques en santé) par les populations. Dans certaines villes ainsi que dans des villages, nous nous sommes fait assister d'interprètes et guides pris sur place, sur recommandation des chefs de village, des agents agricoles rencontrés auparavant en ville, ce qui a permis de faciliter la communication avec les personnes interviewées. Devant chaque interlocuteur, nous avons expliqué le but et les raisons de l'enquête. Les enquêtes ont été menées suivant une approche participative. Les quartiers ont été choisis de façon aléatoire dans chacune des villes ou communes visitées. Cette enquête a porté sur un échantillon de 400 personnes au total.

**2.2.1.4. IDENTIFICATION DES PLANTES RECENSEES**

A partir des informations recueillies, la liste des espèces spontanées dont des parties entrent dans les préparations culinaires a été dressée. Ces espèces ont ensuite été catégorisées suivant les familles botaniques, les types biologiques, les lieux et périodes de récolte. La distribution de ces plantes suivant les sous-préfectures et les ethnies prospectées a été faite afin de relever les affinités et les particularités. Les échantillons de plantes recensées ont été identifiés. Les plantes ont été ensuite déterminées à l'herbier du CNF de l'UFHBC en Côte d'Ivoire, en adoptant la nomenclature selon la classification phylogénétique [14].

### 2.2.1.5. DETERMINATION DU NIVEAU DE CONNAISSANCE ET DE CONSOMMATION DES ESPECES VEGETALES

Pour déterminer le niveau de connaissance et de consommation des espèces végétales, les critères de connaissance et ceux de consommation effective des plantes alimentaires ont été combinés, selon [6]. Ainsi, les plantes alimentaires ont été classées en espèces connues, moyennement connues et peu connues. Le niveau de connaissance relative des populations (Prc) pour chaque espèce a été estimé par le rapport entre le nombre (n) de personnes connaissant l'espèce et le nombre total (N) de personnes interrogées à travers la formule suivante :

$$\text{Prc} = (n / N) \times 100 \quad (1)$$

Les espèces végétales, avec un niveau de connaissance relative (Prc.) compris entre 50 et 100 p.c., sont les plus connues. Avec une Prc de 25 à 50 p.c., les espèces sont dites moyennement connues. Pour une Prc de 0 à 25 p.c., les espèces sont dites peu connues [15].

### 2.2.1.6. ANALYSES STATISTIQUES

Le logiciel Epi-data 3.1 nous a permis de saisir les données de l'enquête. Les données brutes ont été par la suite transférées dans le logiciel SPSS version 20 pour le traitement statistique. Les données collectées ont fait l'objet d'une analyse statistique descriptive. En outre, le test de signification de Khi-carré a été utilisé pour la comparaison des distributions des fréquences. Ce test indique la force des relations entre deux variables contenues dans les tableaux de contingence. Les différences ont été considérées significatives au seuil de 5 %.

## 3 RESULTATS

### 3.1 PROFIL SOCIO-DEMOGRAPHIQUE DES PERSONNES ENQUETÉES

#### 3.1.1. SEXE DES ENQUETÉS

Le profil socio-démographique des personnes interrogées dans le département d'Agboville est consigné sur la figure 2. L'enquête a concerné aussi bien les femmes que les hommes. Les hommes représentaient 60 % des enquêtés contre 40 % pour les femmes, soit un sex-ratio de 1,5.

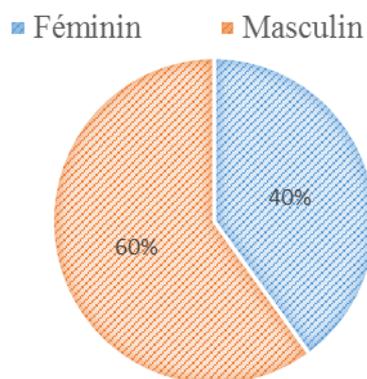


Fig. 2. Sexe des enquêtés

### 3.1.2. CATEGORIE DES ENQUETES

La population a été répartie en trois catégories qui sont les autochtones (40,3 %), les allochtones (51,9 %) et les allogènes (7,8 %) des enquêtés (Fig. 3). Les allochtones étaient les plus représentés.

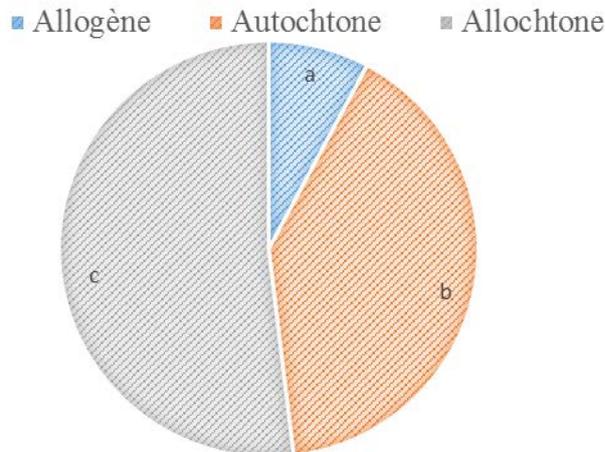


Fig. 3. Catégories des enquêtés

### 3.1.3 NATIONALITE DES ENQUETES

La figure 4 présente le profil des enquêtés. La population était constituée de 92,2 % de nationaux donc les plus représentés alors que les non nationaux étaient en faible proportion (7,8 %).

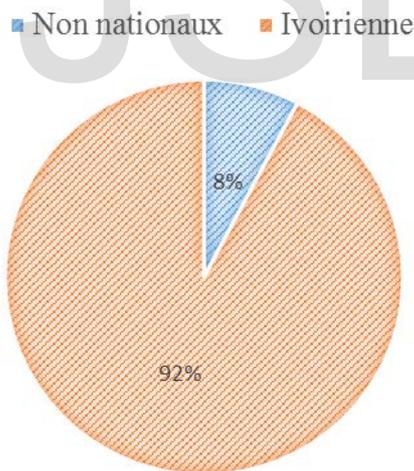


Fig. 4. Profil des enquêtés

### 3.1.4. NIVEAU D'INSTRUCTION DES ENQUETES

Les données de l'enquête ont montré que les personnes interrogées avaient différents niveaux d'instruction (Fig. 5). Le niveau secondaire était le plus représenté avec 45,5 % des enquêtés, alors que ceux qui avaient le niveau primaire, le niveau supérieur et ceux qui n'ont pas été scolarisés étaient en proportions identiques avec en moyenne 19 %. Par contre, seuls 1,8 % avaient fait des études coraniques. La majorité des enquêtés avait donc fait un cycle secondaire.

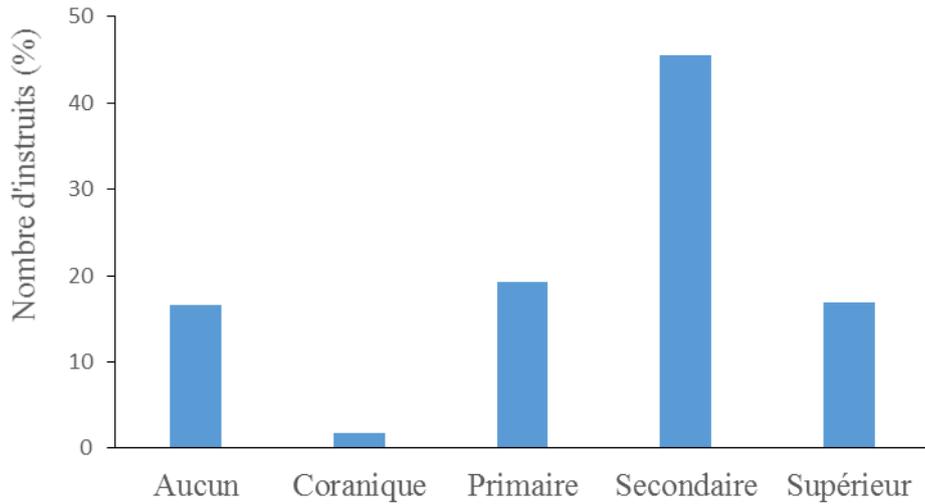


Fig. 5. Niveau d'instruction des enquêtés

### 3.2 - CONNAISSANCE DES PLANTES SPONTANÉES PAR LA POPULATION

#### 3.2.1. NIVEAU DE CONNAISSANCE DES PLANTES SPONTANÉES PAR LES ENQUETES

Le niveau de connaissance des plantes spontanées par la population enquêtée est indiqué par la figure 6. L'espèce de plante spontanée la plus mentionnée par la population interrogée était *Ricinodendron heudelotii* avec une proportion de connaissance de 75 % suivie de l'espèce *Solanum distichum* avec une proportion de 64 %. Parmi ces plantes spontanées consommées par la population interrogée, l'espèce *Spondias mombin* détenait la fréquence la plus faible parmi les plus connues.

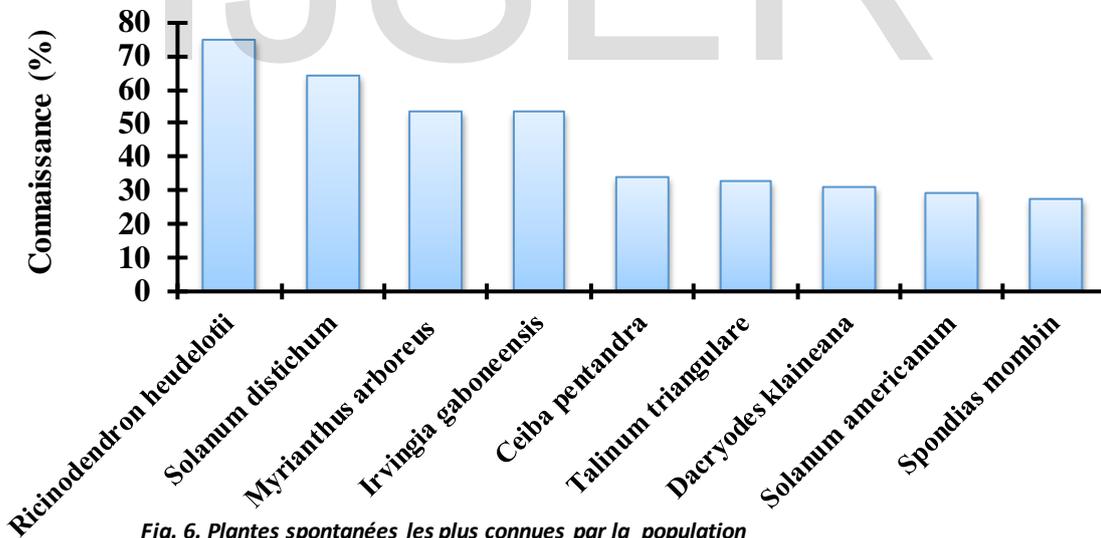
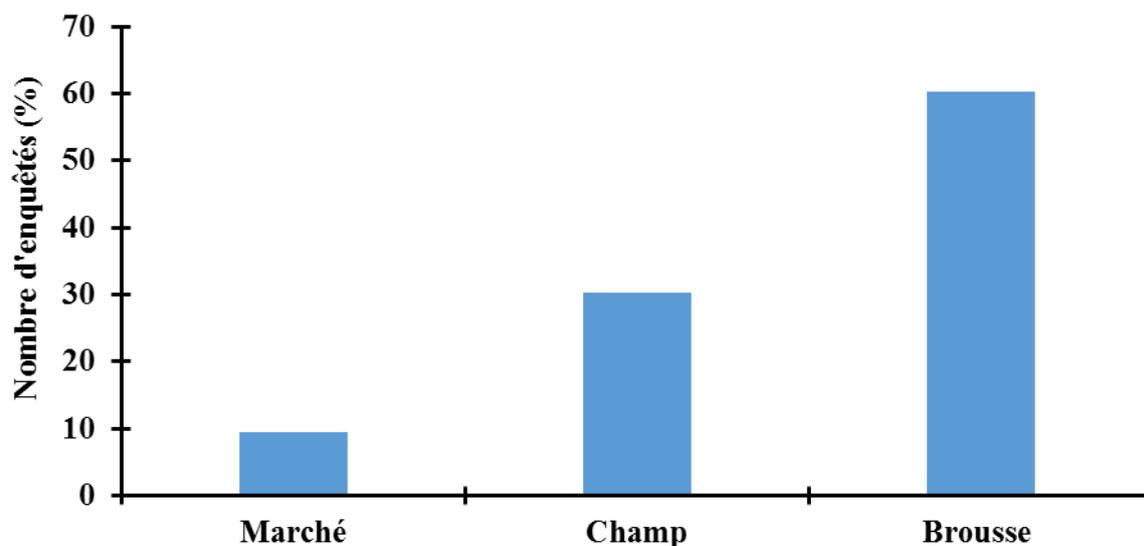


Fig. 6. Plantes spontanées les plus connues par la population

#### 3.2.2. LIEU D'APPROVISIONNEMENT DES PLANTES SPONTANÉES PAR LA POPULATION INTERROGÉE

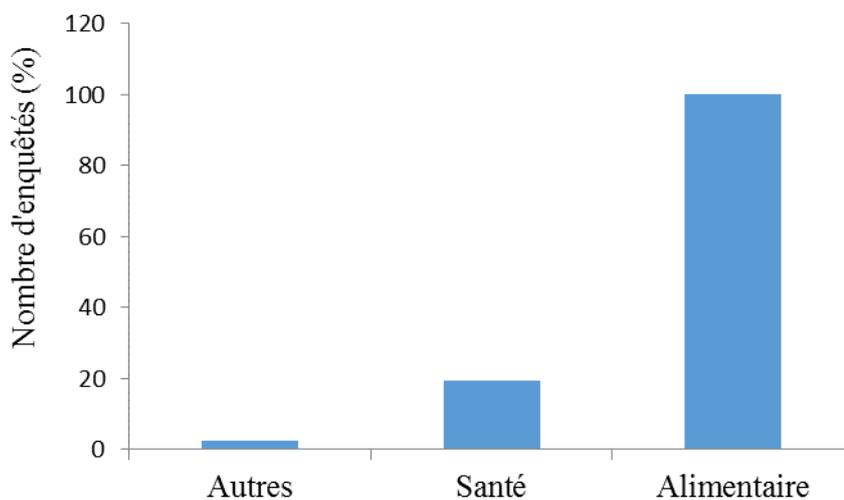
Le mode d'approvisionnement en plantes spontanées consommées dans le département d'Agboville est représenté par la figure 7. La majorité des personnes interrogées récolte ces plantes spontanées en brousse (60,3%). Certains s'en procurent dans les champs (30,3 %) et enfin d'autres sur les marchés (9,4 %).



*Fig. 7. Lieu d'approvisionnement*

### 3.2.3. UTILISATIONS DES PLANTES SPONTANÉES DANS LA ZONE D'ENQUÊTE

Dans l'ensemble les plantes spontanées étaient utilisées à des fins alimentaires (Fig. 8). Par ailleurs, certaines sont utilisées pour leurs vertus thérapeutiques (19 %) et à d'autres fins (2 %).



*Fig. 8. Usages des plantes spontanées selon les populations enquêtés*

### 3.2.4. ÉTAT DE CONSOMMATION DES PLANTES SPONTANÉES SELON LES ENQUÊTÉS

Le mode de consommation des plantes spontanées dans la zone d'étude est présenté par la figure 9. Les plantes spontanées étaient beaucoup plus consommées après cuisson avec une proportion (72,5 %), alors que seulement 12,5 % des plantes étaient consommées à l'état frais.

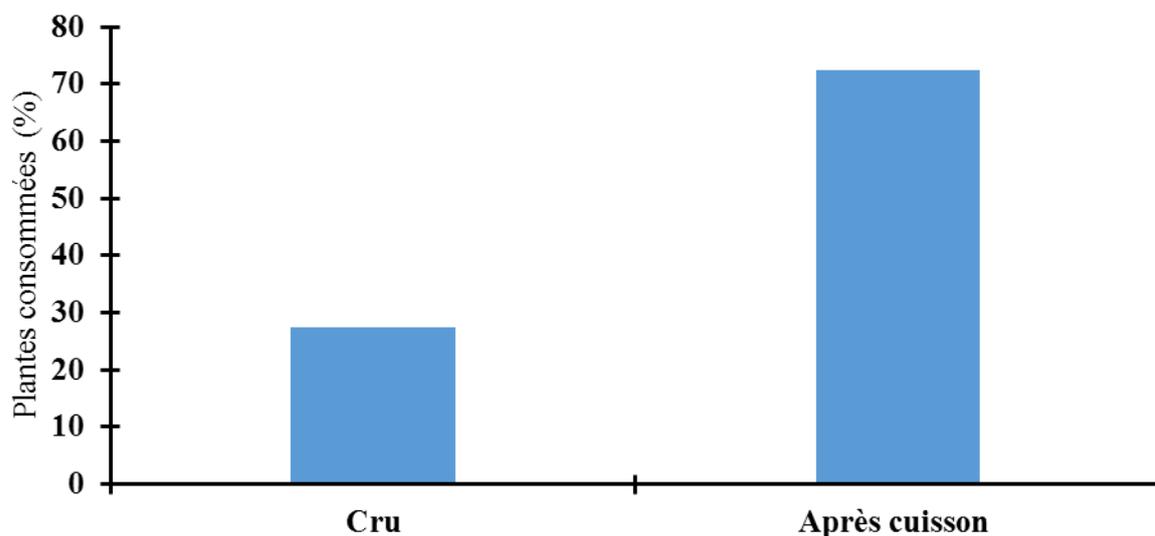


Fig. 9: Mode de consommations des plantes spontanées

### 3.2.5. ORGANES CONSOMMÉS SELON LES ENQUÊTES

Les résultats relatifs aux différents organes consommés par la population interrogée indiquent que les fruits, les feuilles et les graines sont les plus consommés dans les localités d'étude avec les proportions respectives de 40,7 % ; 37,9 %) et 24,9 % (Fig. 10). Cependant, très peu de personnes utilisent les fleurs et les tiges comme aliments.

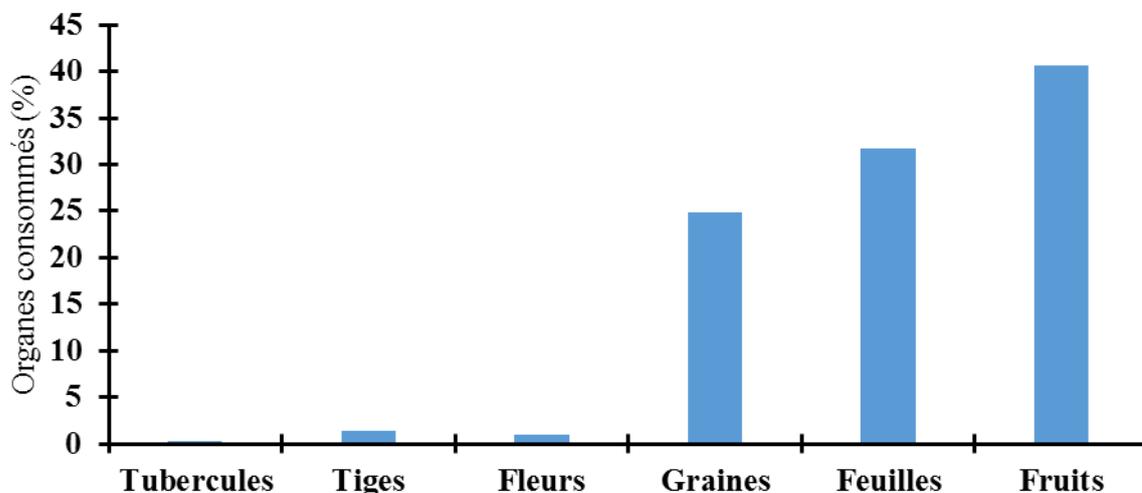


Fig. 10: : Différents organes consommés par la population

### 3.2.6. MODE D'UTILISATION CULINAIRE

Les formes de consommation des plantes spontanées par la population sont enregistrées par la figure 11. De façon générale les plantes spontanées étaient consommées sous trois formes que sont les légumes, les condiments et les friandises dans les proportions respectives de 35,6 %, 33,5 % et 22,6 %. Toutefois certaines personnes les consomment sous formes d'épice, d'épinard et de boisson avec des proportions faibles.

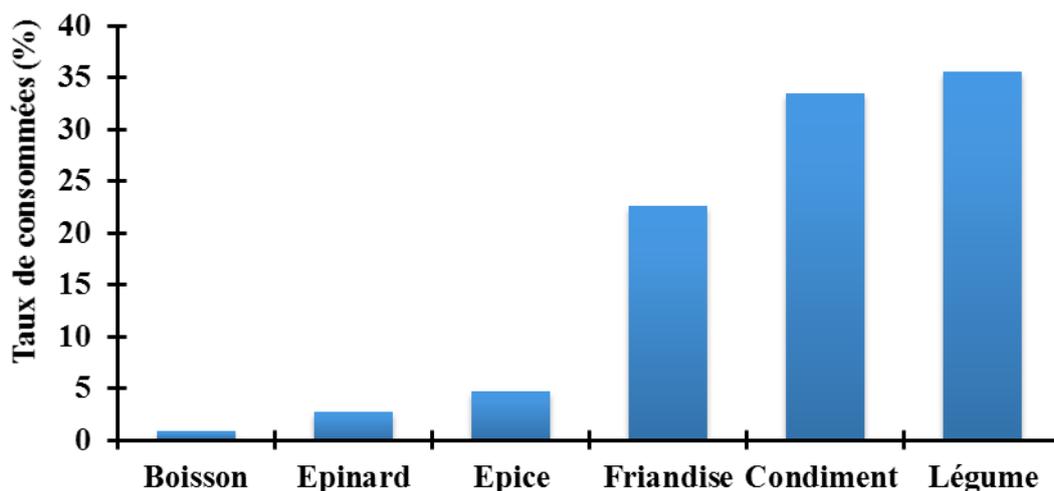


Fig. 11 :Formes de consommation des plantes spontanées par la population

### 3.2.7. PERCEPTION DU GOUT DES PLANTES SPONTANÉES PAR LA POPULATION

La figure 12 montre que 61% des plantes consommées avaient un goût non apprécié, 22,7% étaient sucrées, 15,1 % étaient amers et seulement 1,1% étaient salées. Ainsi, l’analyse statistique a montré des différences significatives entre les différents goûts au seuil de 5%.

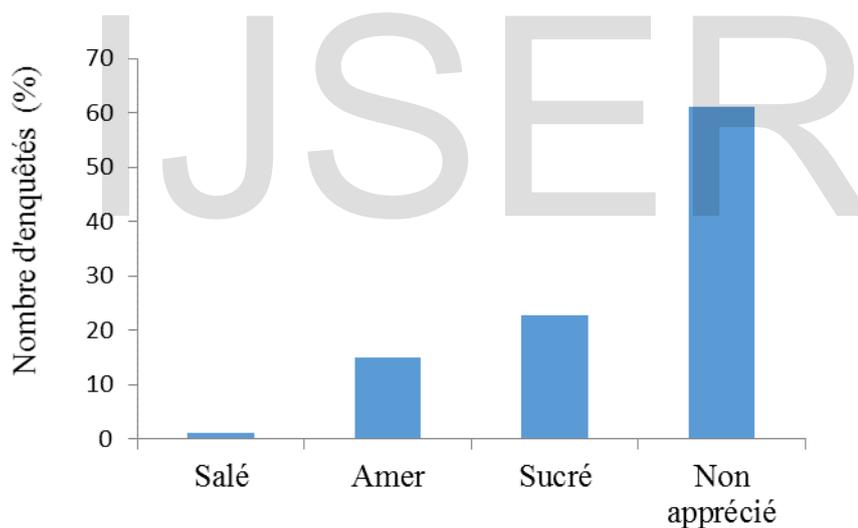


Fig. 12. Perception de goût des aliments issus des plantes spontanées

### 3.2.8. TRANSFORMATION DES ALIMENTS AVANT CONSOMMATION PAR LA POPULATION

Les résultats de l’enquête montrent que certaines plantes subissent des transformations avant consommation (Fig. 13). Parmi elles 35,7 % sont séchées, 4 % sont transformées en boisson, 2,5 % en farines ou poudres et 1,5 % en huile ou fermentées avant d’être consommées. Cependant, 66,9 % des plantes spontanées identifiées ne subissent aucune transformation avant consommation.

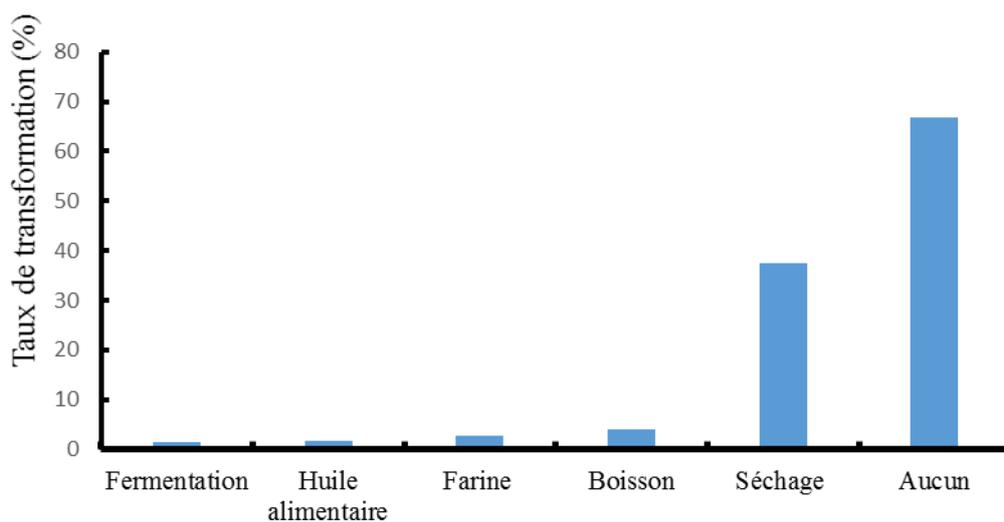


Fig. 13. Transformation après récolte des plantes

#### 4 DISCUSSION

Cette étude réalisée dans le département d'Agboville a permis de répertorier quatre-vingt-seize (96) espèces de plantes spontanées. L'enquête menée auprès de la population du département d'Agboville sur les plantes spontanées connues a permis d'enregistrer quelques aspects sociaux alimentaires de ces plantes. Celle-ci a pris en compte les hommes et les femmes appartenant à différents groupes ethniques et ayant différents niveaux d'instruction. Cependant, le nombre de personnes a varié d'un genre à un autre, d'un groupe ethnique à un autre et d'un niveau d'instruction à un autre. Parmi les personnes enquêtées, il y avait plus d'hommes que de femmes. Cette variabilité serait due au fait que les hommes ont été plus disponibles que les femmes, car les femmes, étaient le plus souvent occupées par les tâches ménagères. En ce qui concerne, le niveau d'instruction, le nombre de personnes ayant un niveau secondaire est majoritaire, cela pourrait s'expliquer par le fait que les jeunes constituent une importante frange de la population dans cette partie de la Côte d'Ivoire avec un taux élevé de scolarisation.

Les quatre-vingt-seize (96) espèces de plantes spontanées recensées auprès de la population peuvent être réparties en trois groupes.

Les plus connues et consommées avec une fréquence variant de 50 % à 100 % représentent seulement 4,2 % de toutes les plantes, les moyennement consommées avec une fréquence variant entre 25 % et 50 % qui représentent 6,3 % des différentes plantes répertoriées et les faiblement connues et consommées avec une fréquence inférieure à 25 %. Cette classe représente 89,5 % des plantes citées. Cette classification répartissant les plantes spontanées en trois groupes a été déjà réalisée par Kouamé et al. [14]. Elle a également révélé une multitude de plantes spontanées dans la région de Gagnoa. Selon Vroh Bl et al [15], il existe diverses espèces de plantes spontanées d'intérêts alimentaires cependant très peu sont connues. Plusieurs travaux ont rapporté le recensement des plantes spontanées [16,17.18, 19, 20] Cependant, il existe encore une grande variété de plantes spontanées qui reste largement sous-exploitée. Cela pourrait s'expliquer par la destruction galopante des forêts au détriment des cultures de rente telles que celle de l'hévéa et de la banane dont la région demeure grande productrice. Aussi, peut-elle s'expliquer par la transmission orale de la culture alimentaire qui se perd par une vie de plus en plus citadine. Et enfin, par la propagande des cultures vivrières au détriment des plantes spontanées sans oublier l'urbanisation rapide des campagnes [21, 22, 23, 14]. Il faut également signaler que les aliments se répartissent en fonction des grands groupes ethniques d'une part et des nationalités d'autre part. Ainsi, seules quelques espèces sont reconnues à la fois comme aliments par les différentes communautés interrogées. La majorité des plantes répertoriées est sous exploitée (80% de ces plantes). Pourtant, il est reconnu l'existence d'une faim cachée malgré cette multitude de plantes spontanées qui sont disponibles et accessibles aux populations [24]. Il ressort dès lors

que l'aliment est culturel. Cependant, la raréfaction des ressources voudrait que les populations s'approprient les aliments sauvages qui ne leur étaient pas traditionnellement acceptables.

En outre, les plantes spontanées utilisées à des fins alimentaires par la population enquêtée servent également pour d'autres utilisations telles que la médecine traditionnelle. Dans les pays tropicaux en général et en Afrique sub-saharienne en particulier, l'intérêt des plantes sauvages pour l'alimentation des populations rurales est très largement reconnu [6, 25]. Il est bien connu que dans la plupart des pays de l'Afrique, ces plantes spontanées sont utilisées en périodes de soudure comme un substitut aux protéines végétales et constituent de véritables sources de compléments nutritionnels [26]. Parmi ces espèces, *Ricinodendron heudelotii* communément appelé Akpi est utilisée par la population locale à la fois comme aliment et médicament. En effet, selon la population interrogée l'écorce de *Ricinodendron heudelotii* soigne le paludisme et la consommation de son amande faciliterait l'accouchement chez la femme. Nos résultats corroborent ceux de Keumedjio [27]. et Kimbu *et al.* [28]. qui ont montré des propriétés médicinales de l'écorce de l'arbre de *Ricinodendron heudelotii*. Dans cette même tendance *Solanum indicum*, l'une des plantes spontanées les plus connues par la population interrogée est consommée comme aliment et médicament. Comme aliment, il est utilisé de la même manière que *Ricinodendron heudelotii*. Cette espèce de plante selon la population soigne le paludisme, la fièvre jaune, la diarrhée et même des perturbations de la prostate [19]. En Chine, *S. indicum* est beaucoup utilisé en médecine traditionnelle pour lutter contre les inflammations, blessures, allergies, toux, et cancers du sein; en Thaïlande, il est utilisé comme substance cicatrisante [29]. Certaines plantes spontanées interviennent également dans le traitement du paludisme selon les ménages visités particulièrement les feuilles, les grains et les écorces.

Quant au mode d'approvisionnement, ces plantes spontanées sont obtenues en majeure partie dans la brousse et dans les champs. Ce constat a été observé par de nombreux auteurs ivoiriens [30, 31, 32, 33]. Ces plantes spontanées se retrouvent aussi sur le marché rural. En effet, ces plantes constituent un revenu additionnel pour de nombreux ménages. Selon Masinda [34], les plantes spontanées constituent des éléments importants de l'économie de nombreux ménages.

L'étude relative au mode de consommation des plantes spontanées a révélé que la majeure partie des aliments étaient cuite. Cependant, les fruits étaient généralement consommés crus. En effet, les feuilles et les graines sont utilisées en grande partie pour la confection des sauces. En outre, certains organes subissent d'autres transformations (séchage, fermentation...) avant d'être utilisés comme aliments. Millogo *et al.* [35], ont montré que certaines plantes ligneuses spontanées sont également transformées pour être utilisées en période de soudure.

S'agissant des organes les plus consommés, l'enquête a montré que les fruits, les feuilles et les graines étaient les plus consommés. Ces parties de la plantes possèdent des valeurs nutritionnelles importantes pour le bien être de la population rurale. D'une manière générale, l'utilisation de ces plantes est liée à leur richesse en substances nutritives (protéines, éléments minéraux, etc.). Nos résultats sont similaires à ceux de Kouamé *et al.* [14], N'guessan, [36] et Kouamé *et al.* [13] qui ont montré que ces mêmes organes étaient les plus consommés.

L'appréciation du goût par les enquêtés a révélé la présence d'aliments salés, sucrés, amers. Par ailleurs, une part considérable des enquêtés ont eu du mal à attribuer un goût aux aliments proposés. L'enquête ayant révélé la prépondérance des fruits, il est logique que le goût sucré conféré généralement aux fruits soit détecté par les enquêtés. Le goût amer pourrait être attribué à plusieurs feuilles mais également à certains fruits comme *Solanum indicum*. Quant au goût salé, il serait dû aux transformations que subissent certains aliments en vue de leur conservation [37].

## 5 CONCLUSION

Cette étude a permis de montrer que la flore du département d'Agboville regorge une importante richesse en plantes spontanées. Au total, 96 espèces de plantes spontanées ont été recensées dans cette partie de la Côte d'Ivoire. Elles se retrouvent abondamment dans la forêt et dans les champs. Les fruits, les feuilles et les graines restent les parties des plantes spontanées les plus prélevées dans cette localité. Elles sont utilisées à des fins alimentaires par la population enquêtées en plus de quelques utilisations en médecine traditionnelles. La cuisson reste le mode de consommation la plus employée.

Il serait bénéfique d'approfondir les recherches sur les caractéristiques biochimiques et nutritionnelles de quelques plantes spontanées de ce département.

## REFERENCES

- [1] M. R. M. Ekué, T. C Codjia., B. K. Fonton et A. E Assogbadjo, "Diversité et préférences en ressources forestières alimentaires végétales des peuples Otammari de la région de Boukoubé au Nord-Ouest du Bénin ", Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin, Numéro 60, 2008.
- [2] S Soro, D Ouattara, W M Egnankou, K E N'guessan, D Traore , " Usages traditionnels de quelques espèces végétales de la forêt marécageuse classée de port Gauthier, en zone côtière au sud-ouest de la Côte d'Ivoire", European Scientific Journal, édition vol.10, no.3, January, 2014.
- [3] Y Guigma., P. Zerbo et R.Millogo , "Utilisation des espèces spontanées dans trois villages contigus du Sud du Burkina Faso", Tropicicultura, p 230-235 , 2012.
- [4] D.I Guimbo., M.Barrage, S.Douma, "Etudes préliminaires sur l'utilisation alimentaire des plantes spontanées dans les zones périphériques du parc W du Niger", Int. J. Biol. . Chem. Sci, 6(6): 4007-4017, 2012
- [5] K. Yao, "plantes médicinales et alimentaires les plus utilisées en Côte d'Ivoire : enquêtes ethnobotaniques, recherches des activités antioxydantes", Mémoire de diplôme d'études approfondies de botanique Option : Biologie, Morphologie et Taxonomie Végétale U.F.R. Biosciences Université Felix Houphouët Boigny, 2010.
- [6] G. A. Ambé, "Les fruits sauvages comestibles des savanes guinéennes de Côte-d'Ivoire : état de la connaissance par une population locale, les Malinké",. Biotechnol. Agron. Soc. Environ., 5 (1), 43–58, 2001
- [7] F Malaisse, "Ressources alimentaires non conventionnelles", Tropicicultura, SPE, 30-36, 2004.
- [8] D. Y. N'Dri, "Potentialités nutritionnelles et antioxydantes de certaines plantes alimentaires spontanées et de quelques légumes et céréales cultivés en Côte d'Ivoire", 2010
- [9] S. A. Shumsky, G. M. Hickey, B. Pelletier, and T. Johns, "Understanding the contribution of wild edible plants to rural socioecological resilience in semi-arid Kenya", Ecology and Society 19(4): 34, 2014
- [10] M. J. D Mangambu., R. V., Diggelen , J.C Mwanga Mwanga., H Ntahobavuka., F Malaisse., E Robbrecht., "Etude ethnobotanique, évaluation des risques d'extinction et stratégies de conservation aux alentours du Parc National de Kahuzi Biega (RD Congo)", Geo-Eco-Trop., 36 : 137-158, 2012
- [11] N D Ouattara , E Gaille, FW Stauffer et A Bakayoko "Diversité floristique et ethnobotanique des plantes sauvages comestibles dans le Département de Bondoukou (Nord-Est de la Côte d'Ivoire) " Journal of Applied Biosciences , 98: 9284-9300, 2016
- [12] YC Adou, KE N'guessan , " Diversité floristique spontanée dans les plantations de café et de cacao dans la forêt classée de Monogaga, Côte d'Ivoire", Schweiz. Z. Forstwes. 157, 2: 31–36, 2006.
- [13] N. M.T Kouame., K. Soro, A Mangara ., N Diarrassouba ., A. V. Coulibaly Et N. K. M Boraud. "Étude physico-chimique de sept (7) plantes spontanées alimentaires du centre-ouest de la Côte d'Ivoire" . Journal of Applied Biosciences , 90:8450 – 8463, 2015.
- [14] M.T N'Dri., G M. Gnahoua, K E. KOUASSI et D Traoré . " Plantes alimentaires spontanées de la région du Fromager (Centre- Ouest de la Côte d'Ivoire) : flore, habitats et organes consommés ", Sciences & Nature Vol. 5 N°1 : 61 – 70, 2008.
- [15] B T A VROH, D Ouattara , K B KPANGUI, " Disponibilité des espèces végétales spontanées à usage traditionnel dans la localité d'Agbaou, Centre ouest de la Côte d'Ivoire," Journal of Applied Biosciences , 76:6386– 6396, 2014
- [16] F. Malaisse. "e nourrir en forêt claire africaine : approche écologique et nutritionnelle" , S. Presses agronomiques de Gembloux/CTA, 384 p. , 1997.
- [17] G. A. Ambé et F. Malaisse "Les fruits sauvages comestibles des savanes guinéennes de Côte d'Ivoire: état de la connaissance par une population locale, les Malinké" . Biotechnol.Agron.Soc.Environ.5(1):43–58. 2001.
- [18] S. H. Adoukonou-, A. V. A. Dansi., K. Akpagana . "Collecting fonio(OigitariaexilisKipp. ex Stapf and O. iburuaStapf) landraces in Togo.", Plant Gen. Res. News, 133 :59-63 , 2004
- [19] D. N'Dri , C. L. Luca, T. Mazzeo, F. Scazzina, M. Rinaldi, D. Del Rio, N. Pellegrini , F. Brighenti , "Antioxidant content of Ivorian Gnagnan (Solanum indicumL.) at different maturity stage." Molecules, 15 :7125-7138, 2010
- [20] A. J. B. Djaha, G. M. Gnahoua., "Contribution à l'inventaire et à la domestication des espèces alimentaires sauvages de Côte d'Ivoire: Cas des Départements d'Agboville et d'Oumé" J. Appl. Biosci. Journal of Applied Biosciences 78:6620 – 6629, 2014
- [21] C., Piba F. H Tra Bi. , D Konan. Bitignon B. G. A., A. " Inventaire et disponibilité des plantes médicinales dans la forêt classée de Yapo-abbé, en Côte d'Ivoire,. Inventaire et disponibilité des plantes médicinales dans la forêt classée de Yapo-abbé, en Côte d'Ivoire" European Scientific Journal vol.11, No.24, 2015
- [22] A. Bertrand, G.A. Agbahungba et S FandohanUnasyva , "Urbanisation et produits forestiers alimentaires au Bénin", Unasyva , 241, Vol. 64, /2 2013.
- [23] K. Dossa, H. Toni, P. Azonahoun, A. B. Djossa , "Caractérisation de quelques peuplements naturels de Baobab (Adansonia digitata L.) et des pressions subies dans les différentes zones chorologiques du Bénin", Journal of Applied Biosciences.93 :8760-8769, 2015.

- [24] P. Janin, "L'insécurité alimentaire rurale en Côte d'Ivoire : une réalité cachée, aggravée par la société et le marché", IEDES-Université de Paris version 1 - Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures 10, 4, 233-241, 2001
- [25] Y. Guigma., P. Zerbo. et R. J. Millogo-, " Utilisation des espèces spontanées dans trois villages contigus du Sud du Burkina Faso " *Tropicultura* p 230-235, 2012
- [26] K. S.. Amouzou , B. Adaké , K. Batawila , K. Wala ,S. Akpavi , M. Kanda , K. Odah , K. K. Titrikou , I. Butaré, P. Bouchet et K. Akpagana , , " Études biochimiques et évaluation des valeurs nutritionnelles de quelques espèces alimentaires mineures du Togo ", *Acta Botanica Gallica*, 153:2, 147-152, 2006.
- [27] F. Keumedjio, "Contribution à l'étude chimique des plantes médicinales du Cameroun. Ricinodendron heudelotii (Euphorbiacée)", Thèse de Doctorat 3ème cycle. Université de Yaoundé. Cameroun, 100p, 1990.
- [28] S. F. Kimbu, F. Keumedjio, L. B. Sodengam, J. D. Cnnolly, "Two dinor diterpenoids from Ricinodendron heudelotii. *Phytochemistry*", 30 (2): 619-621. , 1991.
- [29] E. Mona, M. Hiroyuki, Tsuyoshi I, J.-Hyun L, Y. Hitoshi, N. Toshihiro, M. Kotaro, "New spirostanol glycoside from fruit of *Solanum indicum* L", *Chemical & Pharmaceutical Bulletin*, 57 (7): 747-748, 2009.
- [30] P. N'Dri, "Contribution à l'étude de quelques plantes alimentaires spontanées de la région de Divo (Côte d'Ivoire)", Mémoire de D.E.A d'Ecologie tropicale Option Végétale. Université de Cocody Abidjan, Côte d'Ivoire, 65 pp, 1986.
- [31] K. N.'guessan , "Contribution à l'étude ethnobotanique en pays Krobou.," Thèse de doctorat de 3e cycle, spécialité foresterie, Faculté des sciences et techniques, université nationale de Côte d'Ivoire, Abidjan. 583 p. , 1995).
- [32] N. M. T. Kouamé, "Contribution à l'étude des plantes spontanées alimentaires du département d'Oumé (Côte d'Ivoire)", Mémoire de DEA d'écologie tropicale, université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 122 p., 2000.
- [33] M. T. K. N'dri, M. G. Gnahoua, E. K. Konan, D. Traoré, "Plantes alimentaires spontanées de la région du Fromager (Centre Ouest de la Côte d'Ivoire) flore, habitats et organes consommés", *Sciences & Nature*.5: 61-70, 2008.
- [34] M. M Masinda, " Identification des plantes alimentaires spontanées et leur apport dans le revenu des ménages de la population vivant autour de la forêt de Uma (Territoire d'Ubundu en Provinciale Orientale, RDC)", Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master DEA /DES en gestion de la faculté des sciences université de Kisangani, 63p, 2013
- [35] R. J. Millogo- et S. Guinko , " Les plantes ligneuses spontanées à usages culinaires au burkina faso ", *Berichte des Sonderforschungsbereichs* , 268, band 7, Frankfurt A. M, 125-133, 1996
- [36] K. N'guessan, B. Kadja, G.N. Zirihi , D. Traoré et L Aké-Assi, " Screening photochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte-d'Ivoire) ", *Sciences & Nature* Vol. 6 N°1:1-15, 2009.

## ANNEXES

### **PUBLICATION 2**



## Evaluation of the physicochemical properties of four wild leafy vegetables from the Agboville region (Southern Côte d'Ivoire)

<sup>1</sup>Bediakon Bini Kouakou Denis\*, Beugre Grah Avit-Maxwell<sup>2</sup>, Bouatene Djakalia<sup>3</sup>, Koffi Pierre Valery Niaba<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Agrovalorisation, Department of Biochemistry-Microbiology, Training and Research Unit of Agroforestry, Jean Lorougnon Guédé University, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup>Laboratory of Agrovalorisation, Department of Biochemistry-Microbiology, Training and Research Unit of Agroforestry, Jean Lorougnon Guédé University, Côte d'Ivoire

<sup>3</sup>Laboratory of Food Biochemistry and Tropical Products Technology, Department of Food Science and Technology, Nangui Abrogoua University, Abidjan 02, Côte d'Ivoire

<sup>4</sup>Laboratory of Agrovalorisation, Department of Biochemistry-Microbiology, Training and Research Unit of Agroforestry, Jean Lorougnon Guédé University, Côte d'Ivoire

Article published on September 30, 2019

**Key words:** Wild leafy vegetables, Physicochemical properties, Côte d'Ivoire

### Abstract

Wild leafy vegetables are an integral part of eating habits in Africa and have the advantage of being cheaper and available. This study aimed to determine the physicochemical properties of some leafy vegetables. *Myrianthus arboreus* (Wognonibou), *Sesamum radiatum* (Ahirôh), *Justicia galeopsis* (Assiacriba) and *Solanum americanum* (Débé) have been considered. The parameters determined were water content, fiber, fat, protein, carbohydrate, energy value and minerals. The results showed that they all had high water content (86.88 to 91.43%). *Sesamum radiatum* having the highest moisture content. For the other components, crude fiber ranged from 42.09mg /100 g to 51.78mg/100g, protein from 18.39 to 31.29mg/100g, carbohydrates 13.08 to 25.16mg/100g, fat from 1.18 to 1.35mg /100g. the dietary energy value ranged from 118.43Kcal/100g to 148.9Kcal/100g dry matter. As for minerals, the potassium content varied from 1804.52 to 2433.88mg/100g, calcium from 608.68mg/100g to 1348.78mg/100g, phosphorus content from 231.26mg/100g to 479.50mg/100g, magnesium from 175.55 to 550.56mg/100g, iron from 8.19mg/100g to 36.03mg/100g and zinc from 6.02 to 25.61mg/100g. This study indicates that these leafy vegetables have varied and complementary compositions. It is therefore important to vary their uses and especially to combine them for food in order to fight against malnutrition.

\* Corresponding Author: Bediakon Bini Kouakou ✉ [bediak06@yahoo.fr](mailto:bediak06@yahoo.fr)

## Introduction

In sub-Saharan Africa, wild plants have an important role in the daily diet of people. Vegetables are a vital food security for many people, especially during the lean season. Wild vegetables have a very important role in income generation and livelihood (Schippers, 2000). These are important products for poor households because their prices are relatively affordable compared to other food products. For a long time, a lot of leafy vegetables are known for their nutritional and health properties. The roots, leaves, fruits and bark of *Myrianthus arboreus* trees are used in traditional medicine. This local knowledge of the attributes of promoting and protecting the health of wild plants is clearly linked to their nutritional and bioactive properties. Spontaneous plants have a long history and continue to make a significant contribution to the dietary intake of vitamins and minerals from local populations. WHO recommends a minimum daily intake of 400g of fruits and vegetables (OMS and FAO, 2003) equivalent to the daily consumption of five (5) servings of 80g of fruit and vegetables (WHO 2004; FAO, 2011).

Some leafy vegetables are an excellent source of minerals such as zinc, iron, magnesium, calcium and potassium. They contribute to the fight against food insecurity (Soro *et al.*, 2014).

Recent studies have shown that leafy vegetables contain non-nutritious bioactive phytochemicals that have protective action against cardiovascular and other degenerative diseases. However, at the beginning of the 20th century, wild leafy vegetables were abandoned by the populations in favor of exotic plants (Shumsky *et al.*, 2014).

The reasons for the abandonment are related to the lack of information and scientific data that can justify the consumption and preservation of these wild leafy vegetables (Mangambu, 2012).

In Côte d'Ivoire, there is a botanical diversity (Ouattara, 2016). Several studies on the description and use of plants by the populations have been carried out (Ambé 2001, Adou 2006 and Kouamé

2013). However, the study of spontaneous plants used as food has not yet covered all regions of Côte d'Ivoire. Also, the biochemical and nutritional data on these plants are insufficient (Kouamé, 2015).

The objective of this study is to provide biochemical and nutritional data on some wild leafy vegetables consumed in the region of Agboville (southern Côte d'Ivoire). Specifically, it involves assessing their levels of protein, fat, carbohydrate, water, energy and minerals.

## Materials and methods

### Study setting

This study was conducted in southern Côte d'Ivoire, specifically in the Agboville region. An ethnobotanical survey conducted between September 2016 and July 2017 in three sub-prefectures, namely Azaguié, Attobrou and Abouédémanké, made it possible to recover four well-known and consumed plants (Wogonibou and Débé) is less well known and badly consumed (Assiacriba and Ahirôh). These four wild leafy vegetables were picked in the fields, in the department of Agboville and more precisely in the localities of Abouédé Kouassikro (*Justicia galeopsis*, T. Anderson ex-CBClarke), Azaguié (*Sesamum radiatum* Schum. & Thonn) and Attobrou (*Solanum americanum* L.) and *Myrianthus arboreus* P. Beauv).

### Sample preparation

Leafy vegetables were treated according to the method described by Chinma and Igyor (2007). After being sampled in the various fields, the various leafy vegetables were immediately sent to the Yopougon Technical High School Biochemistry Laboratory where they were sorted, cleared of debris, detached from their stem and thoroughly rinsed with distilled water. They were then drained at laboratory temperature (20° C) for 15 to 20 minutes. Laboratory analyzes were carried out on a quantity of 250g and then placed in an oven at 60° C for 72 hours. The leafy vegetables were crushed using a CULATTI micro-grinder (France) equipped with a 10 µm mesh screen and then stored in plastic for analysis.

### Assessment of biochemical composition and energy value

The moisture content was determined after oven drying at constant weight at 105°C.

Ash and protein were analyzed according to AOAC (1990). On the other hand, the lipid content was determined according to the method described by AFNOR (1986), using Soxhlet as extractor, the fiber content according to the method of Wolf (1968), total carbohydrates and the energy value according to the method calculated by FAO (2002).

#### *Determination of minerals*

The determination of the minerals was carried out according to the method described by CEAEQ (2013) using argon plasma ionizing source mass spectroscopy (ICP-MS). The minerals are atomized and ionized in an argon plasma and the ions produced are analyzed by the spectrometer. The concentration of minerals in the sample is determined by comparison with standard solutions.

#### *Statistical analyzes*

The Epi-data 3.1 software was used to enter the survey data. The raw data was then transferred to SPSS version 2.0 software for statistical processing. The data collected was the subject of a descriptive statistical analysis. In addition, the chi-square significance test was used to compare frequency distributions. This test indicates the strength of the relationships between two variables contained in the contingency tables. The differences were considered significant at the 5% level. The average data come from three trials. They were subjected to two types of treatments using Data Mining techniques. Mean comparisons (ANOVA and Turkey test as needed).

### **Results and discussion**

The moisture, ash, fat, fiber, protein, carbohydrate and energy content of the four leafy vegetables are shown in Table 1. The moisture content of the four spontaneous plants is very high. Ahirôh with a rate of 91.43% contains the highest rate. This shows how often leafy vegetables are very perishable (Kouamé, 2013). They must therefore be treated with great care and well preserved (Houndji, 2013). These grades are similar to those reported by Itoua (2015), which found in the leaves of *Phytolacca dodecandra* 81.87% moisture content. This is why leafy vegetables have to undergo technological treatments to be preserved.

This high moisture content facilitates their digestion once in the digestive tract, as well as the absorption of the nutrients they contain (Sriwichai, 2016). Wognonibou had the lowest moisture content (86.88%), while Assiacriba and Débé ranged from 86.88% to 91.43%. The crude fat content was higher in the leaves of Wognonibou (1.35%) compared to the other three leaves whereas those in Débé had the lowest levels (1.18%). The lipid content of the leaves of Assiacriba was identical to that found in the leaves of *Talinum triangulare* by Kwenin (2011), by all other values are lower than the fat content in *Xanthosoma sagittifolia* leaves which corresponds to 3.19% (Kwenin, 2011). These legumes are all poor in fat.

The protein content of volunteer plants ranged from 18.39% to 31.29%. Débé have the highest rate and Assiacriba the lowest. These levels are lower than those of Loukou (2018), which produced 21.11% of protein in the leaves of Assiacriba. This difference could be explained by the fact that the place of origin of the soil is a factor likely to influence the composition of vegetables. On the other hand, the protein content of Débé is higher than that of Atchibri *et al.* (2012), who found 29.9% in the leaves of Débé produced in Port Bouet, a neighborhood of Abidjan. In addition, their work confirms the variation of leaf nutrient content according to the provenance. In fact, analyzes of three groups of leaves of *Corchorus olitorius* have values of 24.89; 19.67 and 32.18%. The consumption of these vegetables could make it possible to vary the sources of proteins and to cover the needs of the organism. Indeed, proteins are involved in the formation of several compounds such as antibodies, enzymes that provide vital functions, but also to ensure the growth of children and replace worn cells. The mineral contents are shown in Table 2. The mineral composition is varied. The amounts of magnesium range from  $175.55 \pm 1.61$  to  $450.56 \pm 1.78$  mg/100g, respectively, for Ahirôh and Wognonibou. Magnesium maintains muscle functions and contributes to the proper functioning of nerve functions. It is involved in several reactions during biochemical reactions in the body and in the regulation of blood pressure and heart rate (Rude *et al.*, 2009).

phosphorus was evaluated between  $236.26 \pm 0.41$  for Assiacriba and  $479.50 \pm 1.48$  for Ahirôh. It helps maintain a normal bone structure and contributes to the functioning of cell membranes (Turan *et al.*, 2003). As for potassium, the values are between  $1804.52 \pm 2.38$  for Wognonibou and  $2433.88 \pm 1.03$  for Ahirôh. Potassium is involved in membrane and cell exchange, contributing to regulation of plasma volume, acid-base balance, and muscle contraction (Tchatchambe *et al.*, 2017). Calcium levels ranged from  $608.68 \pm 1.24\text{mg} / 100\text{g}$  for the Débé to  $1348.78 \pm 1.27\text{mg} / 100\text{g}$  for Assiacriba. Calcium is an essential mineral and plays a key role in ossification, muscle function and the transmission of nerve messages, as well as in the dentition (Raghuvanshi *et al.*, 2001). The iron content of these different vegetable leaves was estimated to  $8.19 \pm 0.11\text{mg} / 100\text{g}$  for Assiacriba and  $36.03 \pm 0.14\text{mg} / 100\text{g}$  for Ahirôh, while the zinc content varied from  $6.02 \pm 0.10$  to  $25.61 \pm 0.21\text{mg} / 100\text{g}$  respectively for Assiacriba and

Ahirôh. Iron is an important constituent of many enzymes needed for energy transfer (xanthine oxidase). It is also found in essential compounds for the transport and use of oxygen (hemoglobin and myoglobin). He also has a role in the system immune (Chappuis, 1995). Zinc is an enzymatic cofactor that plays a role in the processes most important metabolic factors. His presence is indispensable for a normal cell growth as well as for acid synthesis nucleic acids, carbohydrates and proteins. In the elderly, its role on immunity, scars, taste and anti-radical defense makes an important trace element. (Favier, 1994). The iron and zinc contents are higher than those of Ehilé *et al.* (2017) found levels of iron between  $0.25$  and  $0.45\text{mg} / 100\text{g}$  and zinc levels between  $0.003$  and  $0.029\text{mg} / 100\text{g}$  in five leafy vegetables, *Vernonia amygdalina* (Abovi), *Talinum triangulare* (Anangobrou), *Ximenia americana* (Kogolémrou), *Piper guineense* (Fèfèbrou) and *Ceiba pentandra* (Nanmougou) in Cote d'Ivoire.

**Table 1.** Content in Ash, Fat, Fiber, protein, Carbohydrate, Energy and Moisture of four wild leafy vegetables.

|  | Moisture (%MS)     | Ash (%MS)          | Fats (%MS)           | Fiber (%MS)        | Proteins (%MS)     | Carbohydrate (%MS) | Energy ( kcal/100g) |
|--|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| <i>Myrianthus arboreus</i> (Wognonibo) | $86.88 \pm 0.20^a$ | $10 \pm 0.06^b$    | $1.35 \pm 0.04^c$    | $51.78 \pm 0.3^d$  | $18.42 \pm 0.03^a$ | $18.45 \pm 0.18^c$ | $123.96 \pm 0.07$   |
| <i>Sesamum radiatum</i> (Ahirôh)       | $91.43 \pm 0.15^d$ | $9.24 \pm 0.09^a$  | $1.28 \pm 0.03^b$    | $45.93 \pm 0.22^b$ | $18.39 \pm 0.01^a$ | $25.16 \pm 0.15^d$ | $147.89 \pm 0.13$   |
| <i>Justicia galeopsis</i> (Assiacriba) | $90.32 \pm 0.07^c$ | $13.47 \pm 0.08^d$ | $1.33 \pm 0.05^{bc}$ | $48.04 \pm 0.53^c$ | $23.62 \pm 0.01^b$ | $13.54 \pm 0.30^b$ | $118.43 \pm 0.08$   |
| <i>Solanum americanum</i> (Débé)       | $89.37 \pm 0.1^b$  | $12.36 \pm 0.14^c$ | $1.18 \pm 0.03^a$    | $42.09 \pm 0.25^a$ | $31.29 \pm 0.34^c$ | $13.08 \pm 0.25^a$ | $134.20 \pm 0.15$   |

Mean values  $\pm$  Standard deviation values. a-d means in same column but with different superscripts differ significantly ( $p < 0.05$ )

**Table 2.** Mineral composition of four wild leafy vegetables (mg/100g).

|  | Mg (mg/100g)        | P (mg/100g)         | K (mg/100g)          | Ca (mg/100g)         | Fe (mg/100g)       | Zn (mg/100g)       |
|--|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| <i>Myrianthus arboreus</i> (Wognonibo) | $450.56 \pm 1.78^d$ | $261.68 \pm 0.05^a$ | $1804.52 \pm 2.38^a$ | $1141.20 \pm 0.42^b$ | $14.83 \pm 0.03^c$ | $12.93 \pm 0.07^b$ |
| <i>Sesamum radiatum</i> (Ahirôh)       | $175.55 \pm 1.61^a$ | $479.50 \pm 1.48^d$ | $2433.88 \pm 1.03^d$ | $1186.81 \pm 0.60^c$ | $36.03 \pm 0.14^d$ | $25.61 \pm 0.21^d$ |
| <i>Justicia galeopsis</i> (Assiacriba) | $194.89 \pm 2.22^b$ | $236.26 \pm 0.41^b$ | $1978.2 \pm 0.80^b$  | $1348.78 \pm 1.27^d$ | $8.19 \pm 0.11^a$  | $6.02 \pm 0.10^a$  |
| <i>Solanum americanum</i> (Débé)       | $423.27 \pm 1.10^c$ | $432.58 \pm 0.46^c$ | $2337.94 \pm 1.33^c$ | $608.68 \pm 1.24^a$  | $12.43 \pm 0.01^b$ | $18.88 \pm 0.24^c$ |

Mean values  $\pm$  Standard deviation values. a-d means in same column but with different superscripts differ significantly ( $p < 0.05$ ).

These differences could be related to the area of production that can influence the composition of leafy vegetables (Dragovic-Uzelac, 2007). These vegetables can be used to cover minerals and thus help to avoid nutritional deficiencies that affect health, especially for pregnant women, children and the elderly. In addition a combination of these leaves could enhance its nutritional value and have a better health benefit (Institute of Medicine, 2005).

### Conclusion

*Myrianthus arboreus*, *Sesamum radiatum*, *Justicia galeopsis* and *Solanum americanum* are wild leafy vegetable generally lesser known and therefore lesser consumed. The analysis showed that they are rich in several nutrient and could cover RDA and contribute substantially for improving human diet and to fight against nutritional deficiencies.

### References

**Adou YC, N'guessan KE.** 2006. Spontaneous floristic diversity in coffee and cocoa plantations in the Monogaga Classified Forest, Côte d'Ivoire. *Schweiz. Z. Forstwes* **157**, 31-36.

**AFNOR.** 1986. Recueil de Norme Française, corps gras, grains oléagineuses, produit dérivé. AFNOR Ed., Paris, 527 p.

**Ambé GA.** 2001. The wild edible fruits of the Guinean savannahs of Côte d'Ivoire: state of knowledge by a local population, the Malinke. *Biotechnological Agronomy Society Environnemental* **5**, 43-58.

**AOAC.** 1990. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. Ed. Washington DC, 684 p.

**Atchibri OAA, Soro LC, Kouame C, Agbo AE, Kouadio KKA.** 2012. Nutritional value of leafy vegetables consumed in Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Science* **6**, 128-135.

**CEAEQ.** 2013. Mineral determination. Argon plasma spectrometry method, MA 200 – Met 1.2, Rev 4. Quebec, 24.

**Chappuis P, Favier A.** 1995. Trace elements in nutrition and therapeutics. EMI, LAVOISIER TEC & DOC, Paris.

**Chinma CE, Igyor MA.** 2007. Micro-nutriments and anti-nutritional content of select tropical vegetables grown in south-east, Nigeria. *Nigerian Food Journal* **25**, 111-115.

**Dragovic-Uzelac V, Levaj B, Mrkic V, Bursac D, Boras M.** 2007. The content of polyphenols and carotenoids in three apricot cultivars depending on stage of maturity and geographical region. *Food Chemistry* **102**, 966-975.

**FAO and WHO.** 2004. Fruit and Vegetables for Health. Report of a Joint FAO/WHO Workshop, 1-3 September Kobe, Japan,. Available at <http://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/en/index1.html> Accessed Nov. 10th 2005.

**FAO.** 2002. Food energy-methods of analysis and conversion factors. FAO Ed, Rome 97 p.

**FAO.** 2006. FAO Corporate Document Repository (2006). Calculation of the Energy Content of Foods-Energy, conversion factors.

**FAO.** 2011. Forests for nutrition and food security.

**Favier A.** 1994. Zinc and aging. Age and nutrition **5**, 48-59.

**Houndji BVS, Ouetchehou R, Londji SBM, Eamouzou KS, Yehouenou B, et Aohuendo CB.** 2013. Microbiological and physicochemical characterization of *Moringa oleifera* leaf powder (Lam.), a traditional leaf vegetable in Benin, *International Journal of Biological and Chemical Science* **7**, 75-85.

**Institute of Medicine.** 2005. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and aminoacids. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.172 26/10490>.

- Itoua OYS, Elenga M, Moutsamboté JM, Mananga V, Mbemba F.** 2015. Evaluation of the consumption and nutritional composition of leafy vegetables of *Phytolacca dodecandra* L'Herit consumed by the populations originating from the districts of Owando and Makoua. *Journal of Animal and Plant Sciences* **27**, 4207-4218.
- Kouame C, Batchep R, Kanga RT.** 2013. Evaluation of post-harvest losses in the production and marketing chain of traditional leafy vegetables in Yaoundé (Cameroon). *African Agronomy* **25**, 61-70.
- Kouamé NMT, Soro K, Mangara A, Diarrassouba N, Coulibaly AV, et Boraud NKM.** 2015. Physico-chemical study of seven (7) spontaneous food plants from west-central Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences* **90**, 8450-8463.
- Kwenin WKJ, Wolli M, Dzomeku LBM.** 2011. Assessing the nutritional value of some African indigenous green Leafy Vegetables in Ghana. *Journal of Animal and Plant Sciences* **101**, 300- 1305.
- Loukou AL, Anvoh KYB, Kouakou KH, Brou K.** 2018. Nutritional composition and bioavailability prediction calcium, iron, zinc and magnesium in *Justicia galeopsis* leaves in Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Science* **12**, 2615-2625.
- Mangambu MJD, Diggelen RV, Mwangi MJC, Ntahobavuka H, Malaisse F.** 2012. Ethnobotanical study, assessment of extinction risks and conservation strategies around the National Park of Kahuzi Biega (Rd Congo). *Geo-Eco-Trop* **36**, 137-158.
- OMS et FAO.** 2003. Diet, nutrition and chronic disease prevention. Geneva, Switzerland.
- Ouattara ND, Gaille E, Stauffer F, et Bakayoko A.** 2016. Floristic and ethnobotanical diversity of wild edible plants in the department of Bondoukou (North-East of Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences* **98**, 9284-9300.
- Raghuvanshi RS, Singh R.** 2001. Nutritional composition of uncommon foods and their role in meeting in micronutrient needs. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* **32**, 331-335.
- Rude RK, Singer FR, Gruber HE.** 2009. Skeletal and hormonal effects of magnesium deficiency. *Journal of the American College of Nutrition* **28**, 131-141.
- Schippers RR.** 2000. African Indigenous Vegetables. An overview of the Cultivated species. Chatham, U.K Natural Resources Institute/ACP-EU Technical Centre for Agriculture and Rural Cooperation 214 P. 2007
- Shumsky SA, Hickey GM, Pelletier B, Johns T.** 2014. Understanding the contribution of wild edible plants to rural socioecological resilience in semi-arid Kenya. *Ecology and Society* **19**, 34.
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM.** 1999. Analysis of total phenols and other oxydant substrates and antioxydants by means of Folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology* **299**, 152-178.
- Soro S, Ouattara D, Egnankou WM, N'guessan KE, Traore D.** 2014. Traditional Uses of some plant species in Port Gauthier classified forest, Coastal zone in Southwest Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal* **10**, 521-535.
- Sriwichai W.** 2016. Determinants of the bioaccessibility of carotenoids and tocopherols of leafy vegetables: varietal comparison and influence of the process, Thesis PhD, GAIA (Biodiversity, Agriculture, Food, Environment, Land, Water) and research unit UMR 204 Nutripass. Food Science and Nutrition, Research Institute for Development, Montpellier (France), 186 p.
- Tchatchambe JNB, Solomo BE, Kirongozi FB, Lebisabo CB, Dhed'ABD, Tchatchambe JWB, Ngombe NK, Mpiana PT, Mbemba TF, Ngbolua KN.** 2017. Nutritional and toxicological analyzes of three traditional food plants of the Tshopo in the Democratic Republic of Congo. *International Journal of Innovation and Scientific Research* **30**, 105-118.

**Turan M, Kordali S, Zengin H, Dursun A, Sezen Y.** 2003. Macro and micromineral content of some wild edible leaves consumed in Eastern Anatolia. *Plant. Soil Science* **53**, 129-137.

**Wolf.** 1968. Manual of analyzes of the fatty substances. Azoulay Ed., Paris, France 519 p.