

## Détermination des minéraux des feuilles du théier de savane (*lippia multiflora*)

Alice Christine EKISSI<sup>1\*</sup>, Benjamin Kan KOUAME<sup>1</sup>, Casimir Anauma KOKO<sup>1</sup>,  
Albert YAO-KOUAME<sup>2</sup> et Séraphin KATI-COULIBALY<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Agroforesterie, Laboratoire d'Agro-valorisation,  
BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup> Université Félix Houphouët Boigny, UFR Sciences de la Terre et des Ressources Minières,  
06 BP 688 Abidjan 06, Côte d'Ivoire

<sup>3</sup> Université Félix Houphouët Boigny, UFR Biosciences, Laboratoire de Nutrition Pharmacologie,  
22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

\* Correspondance, courriel : [ekissialicec@gmail.com](mailto:ekissialicec@gmail.com)

### Résumé

L'objectif de cette étude est de déterminer la composition minérale des feuilles du théier de savane à différents stades de développement. Les échantillons de bourgeons, feuilles jeunes et feuilles matures ont été récoltés sur les plantes sauvages de *Lippia multiflora* dans deux localités du Centre (Yamoussoukro, Toumodi) et une localité du Nord-Est (Bondoukou) de la Côte d'Ivoire. Ainsi neuf minéraux (potassium, calcium, magnésium, fer, sodium, manganèse, zinc, cuivre et cadmium) ont été quantifiés par spectrophotométrie d'absorption Atomique (AAS) provenant de bourgeons, de feuilles jeunes, feuilles âgées de *Lippia multiflora*. Les résultats montrent que les teneurs en minéraux majoritaire sont le calcium (20911,54 à 49979,44 mg/kg), le potassium (7719,31 à 8319,36 mg/kg) et le magnésium (5087,42 à 6027,12 mg/kg). Le sodium (401,22 à 503,61 mg/kg), le fer (130,21 à 272,24 mg/kg) et le manganèse (23,67 à 80,04 mg/kg) sont représentés en proportion moyenne. Le zinc (23,60 à 54,63 mg/kg), le cuivre (8,11 à 13,46 mg/kg), et le cadmium (0,25 à 2,22 mg/kg) existent en de faibles quantités. Les feuilles de *Lippia multiflora* constituent de bonnes sources de minéraux et les teneurs varient selon le stade de développement des feuilles et la localité.

**Mots-clés :** théier de savane, *Lippia multiflora*, bourgeon, feuilles jeunes, feuilles âgées.

### Abstract

#### Determination of minerals from the leaves of savannah tea tree (*lippia multiflora*)

The objective of this study is to determine the mineral composition of the leaves of the savannah tea plant. Samples of buds, young leaves and mature leaves were collected from wild plants of *Lippia multiflora* in two localities of the Center (Yamoussoukro, Toumodi) and one locality in the north Eastern (Bondoukou) of Côte d'Ivoire. Thus nine minerals (potassium, calcium, magnesium, iron, sodium, manganese, zinc, copper and cadmium) were quantified by Atomic Absorption Spectrophotometry (ASA) from buds, young leaves and mature leaves of *Lippia multiflora*. The results show that the majority of mineral contents are calcium (20911.54 to 49979.44 mg / kg), potassium (7719.31 to 8319.36 mg / kg) and magnesium (5087.42 to 6027.12 mg / kg). Sodium (401.22 to 503.61 mg / kg), iron (130.21 to 272.24 mg / kg) and manganese (23.67 to 80.04 mg / kg) are represented

in average proportion. Zinc (23.60 to 54.63 mg / kg), copper (8.11 to 13.46 mg / kg) and cadmium (0.25 to 2.22 mg / kg) exist in small quantities. The leaves of *Lippia multiflora* are good sources of minerals and the contents vary according to the stage of development of the leaves and the locality.

**Keywords :** *savannah tea tree, Lippia multiflora, buds, young leaves, mature leaves.*

## 1. Introduction

Le thé est l'une des boissons les plus consommées dans le monde après l'eau plate [1]. Environ 15000 tasses de thé sont consommées chaque seconde [1]. Les feuilles de thé contiennent des quantités appréciables de composés biochimiques comme les polyphénols et les minéraux qui sont d'un grand intérêt pour la santé de l'homme [2]. De nos jours, la consommation d'aliments, sources de polyphénols et de minéraux comme le thé vert du théier *Camellia sinensis*, ayant des activités anti-cancérigènes, anti-cardiovasculaires [3] est prisée par les populations. En effet, la consommation régulière de thé offre une protection contre plusieurs types de cancer et les maladies cardiovasculaires [1]. Le thé contribue également à la réduction des effets nocifs de l'exposition aux rayons ultra-violet (U V) et prévient l'hypertension [4]. *Lippia multiflora* (verbenaceae) est un théier qui pousse spontanément dans les zones savanicoles de l'Afrique occidentale et centrale. En Côte d'Ivoire, cette plante se rencontre dans le Centre et le Nord où elle était connue et consommée sous forme de boisson chaude par les populations de ces zones. La commercialisation des feuilles du théier de savane sur toute l'étendue du territoire ivoirien a entraîné sa consommation dans les zones rurales et urbaines [5]. Les feuilles de *Lippia multiflora* entre dans le traitement de nombreuses maladies telles que, les infections gastro-intestinal, la diarrhée, le paludisme, l'hypertension artérielle, contre la fatigue et elle est diurétique [6]. Des travaux ont porté sur l'aspect phytochimique [7], botanique [8] et médicinal [9]. Du point de vue biochimique, c'est une plante très riche en minéraux (potassium, calcium, magnésium), qui renferme aussi des polyphénols [10]. Les différentes propriétés médicinales, nutritionnelles et aromatisantes de *Lippia multiflora* font de cette plante une espèce très prisée par les populations, notamment celles des régions de savanes [11]. Des valeurs nutritives du théier de savane ont été déterminées [12]. Au Ghana des auteurs [13] ont déterminé la composition minérale du théier de savane. Cependant en Côte d'Ivoire peu de recherches ont été menées sur la composition minérale des feuilles de *Lippia* sauvage. L'objectif de cette étude est de déterminer la composition minérale des feuilles du théier de savane (*Lippia multiflora*) sauvage, à différents stades de développement, afin de permettre une meilleure utilisation de cette plante sous exploitées et d'évaluer les effets possibles sur la santé des consommateurs.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Matériel

#### 2-1-1. Matériel biologique

Les feuilles du théier de savane (*Lippia multiflora*) ont été récoltées en 2010, dans trois villes, à savoir : Yamoussoukro, Toumodi et Bondoukou. Les cueillettes des feuilles sont effectuées à différents stades de développement (bourgeons, feuilles jeunes et feuilles mûres), dans la période de Juin à Juillet (**Figure 1**).



**Figure 1 :** Photographie des différents échantillons de feuilles de *Lippia multiflora*

## 2-2. Méthodes

### 2-2-1. Détermination du taux de cendres

Les cendres ont été déterminées par incinération de l'échantillon à 550 °C [14]. Une quantité de 1g de chaque échantillon est prélevée et mise dans le creuset préalablement taré. La masse de l'ensemble creuset + échantillon est notée Mce. Cet ensemble est placé dans le four à moufle (P SELECTA) à 550 °C, pendant quatre heures. Au bout du temps d'incinération, l'ensemble est retiré du four et déposé dans un dessiccateur pour être refroidi; les pesés sont ensuite effectués. Le taux de cendres est déterminé par la **Formule** ci-après :

$$\text{Teneur en cendres (\%)} = (Mcc - Mcv) * 100 / (Mce - Mcv) \quad (1)$$

### 2-2-2. Détermination des teneurs en minéraux

La teneur en minéraux a été déterminée par la méthode de dosage des végétaux de l'International Institute of Tropical Agriculture du Nigéria [15]. C'est une méthode de digestion des échantillons par voie sèche, qui se déroule comme suit : une quantité de 0,5 g d'échantillon broyé est pesée dans un creuset en porcelaine, puis mise au four (PROLABO) à 650 °C, pendant 5 h. Après refroidissement, 5 mL d'acide nitrique 1 mol.L<sup>-1</sup> sont ajoutés à la cendre obtenue, puis portés à évaporation totale, sur un bain de sable. La cendre est remise au four à moufle à 400 °C, pendant 10 à 15 min. Au résidu sont ajoutés 5 mL d'acide chlorhydrique 0,1 mol.L<sup>-1</sup>. Le résidu final est récupéré avec 10 mL d'acide chlorhydrique 1 mol.L<sup>-1</sup> puis versé dans une fiole de 50 mL par filtration. Le creuset est rincé, trois fois, avec 10 mL d'acide chlorhydrique. La fiole est complétée à 50 mL avec l'acide chlorhydrique 0,1 mol.L<sup>-1</sup>. La teneur des éléments est obtenue par dosage au spectrophotomètre d'adsorption atomique (AAS) à flamme air-acétylène. La teneur en minéraux (mg/kg) est obtenue par la **Formule** ci-après :

$$\text{Teneur} = (Ce - Cd) * V/m \quad (2)$$

### 2-2-3. Analyse statistique

Les analyses statistiques des résultats obtenus ont été effectuées grâce au logiciel STATISTIA 7.1 (six sigma). Une analyse de variance (ANOVA) a été effectuée, pour calculer les différences significatives au niveau des données au seuil  $\alpha = 0,01$ . L'ANOVA a été complétée par le test de TUKEY, pour déceler les niveaux de différence.

### 3. Résultats

#### 3-1. Composition en cendres des feuilles de *Lippia multiflora*

Le **Tableau 1** présente la composition en cendres des feuilles de *Lippia multiflora*. Les teneurs en cendres des feuilles à différents stades de développement varient entre 9,37 et 15,43 %. Pour chaque ville, il existe une différence significative ( $p < 0,01$ ) entre les différents types de feuilles. En effet, les feuilles matures contiennent significativement ( $p < 0,01$ ) plus de cendres que celles des bourgeons et des feuilles jeunes. Cependant, le test de Tukey montre qu'il n'existe pas de différence significative ( $p > 0,01$ ) entre les bourgeons de toutes les localités et également il n'y a pas de différence significative ( $p > 0,01$ ) entre les feuilles jeunes d'une ville à une autre.

**Tableau 1** : Composition en cendres des feuilles de *Lippia multiflora*

Composés	Localité	Différents types de feuilles		
		Bourgeon	Feuilles J	Feuilles M
Cendres (%)	Yamoussoukro	9,37 ± 0,38c	10,59 ± 0,53b	12,96 ± 0,63a
	Toumodi	9,80 ± 0,37c	10,75 ± 0,15b	14,82 ± 0,23a
	Bondoukou	9,49 ± 0,35c	10,58 ± 0,39b	15,43 ± 0,32a

Les moyennes suivies des lettres différentes dans la même ligne sont significativement différentes ( $p < 0,01$ ).

#### 3-2. Composition en minéraux des feuilles de *Lippia multiflora*

La composition minérale des feuilles de *Lippia multiflora* est résumée dans le **Tableau 2**. Pour la teneur en magnésium (Mg) il existe une différence significative ( $p < 0,01$ ) entre les différents types de feuilles (bourgeons, feuilles jeunes et feuilles matures) dans toutes les villes. En effet, dans les localités de Yamoussoukro et de Toumodi, les feuilles matures présentent des teneurs en magnésium, respectivement, de 6027,12 et 5994,76 mg/kg plus fortes, suivies de celles des bourgeons, enfin, les feuilles jeunes ont les plus faibles teneurs. A Bondoukou, le taux de magnésium augmente en fonction de l'âge des feuilles. Les teneurs sont significativement élevées dans les feuilles matures (7758,70 mg/kg), puis suivent celles des feuilles jeunes (7130,14 mg/kg), et les bourgeons ont les teneurs les moins élevées (7053,67 mg/kg). Les teneurs en magnésium au sein de chaque type de feuilles, montrent une différence significative ( $p < 0,01$ ) entre les différentes localités. En effet, au niveau des bourgeons et des feuilles jeunes, la ville de Bondoukou enregistre les plus fortes teneurs en magnésium, suivie de celles de Toumodi, et les faibles taux sont obtenus à Yamoussoukro. Les teneurs des feuilles matures sont significativement plus fortes ( $p < 0,01$ ) à Bondoukou qu'à Yamoussoukro et à Toumodi. Dans toutes les localités, les teneurs en calcium (Ca) sont significativement différentes ( $p < 0,01$ ) entre les bourgeons, les feuilles jeunes et les feuilles matures. En effet, dans chaque ville, les teneurs en calcium sont plus fortes dans les feuilles matures (49979,44; 22898,84 et 15856,21 mg/kg), à Yamoussoukro, Toumodi et Bondoukou, respectivement, ensuite suivent les teneurs des feuilles jeunes (32192,65; 17651,42; 14655,55 mg/kg), successivement, à Yamoussoukro, Toumodi et Bondoukou, les bourgeons contiennent les taux les moins élevées de 20911,54; 12175,90 et 14236,01 mg/kg respectivement, à Yamoussoukro, Toumodi et Bondoukou. Pour chaque type de feuilles, il existe une différence significative ( $p < 0,01$ ) entre les différentes localités. En effet, pour les bourgeons, la ville de Yamoussoukro contient les plus fortes teneurs en calcium, suivie de celles de Bondoukou, et les faibles taux sont enregistrés à Toumodi. Au niveau des feuilles jeunes et des feuilles matures, les teneurs les plus élevées en calcium sont enregistrées dans la localité de Yamoussoukro, suivie de celles de Toumodi, et Bondoukou présente les taux les plus faibles. Concernant, les teneurs en potassium (K) des feuilles de *Lippia multiflora*. Dans toutes les localités, il existe une différence significative ( $p < 0,01$ ) entre les différents types de feuilles (bourgeons, feuilles jeunes et feuilles matures). En effet, dans toutes les villes, les teneurs en potassium sont plus élevées dans les bourgeons (13451,54; 9447,32; 8319,36 mg/kg), respectivement à Bondoukou, Toumodi et

Yamoussoukro, ensuite suivent les teneurs des feuilles jeunes (10029,62, 9196,24 et 8152,52 mg/kg) successivement, à Bondoukou, Toumodi et Yamoussoukro; enfin, celles des feuilles matures, respectivement (9760,67 8793,36 et 7719,31 mg/kg) à Bondoukou, Toumodi et Yamoussoukro. Bondoukou présente les fortes teneurs en potassium à tous les stades de développement des feuilles (bourgeons, feuilles jeunes et feuilles matures). Au niveau de chaque catégorie de feuilles, il existe une différence significative ( $p < 0,01$ ) entre les différentes localités. En effet, à tous les stades de développement de la feuille, la ville de Bondoukou enregistre les plus fortes teneurs en potassium, suivies de celles de Toumodi, et les faibles valeurs sont obtenues à Yamoussoukro. Pour les teneurs en sodium (Na) dans toutes les localités, il existe une différence significative ( $p < 0,01$ ) entre les différents types de feuilles (bourgeons, feuilles jeunes et feuilles matures). En effet, les teneurs en sodium sont plus fortes dans les bourgeons, respectivement, 503,61; 264,33 et 294,05 mg/kg à Yamoussoukro, Toumodi et Bondoukou, ensuite suivent celles des feuilles matures 432,72; 233,16 et 229,38 mg/kg, successivement, à Yamoussoukro, Toumodi et Bondoukou, enfin, les teneurs des feuilles jeunes sont, respectivement, de 401,22; 174,83 et 198,44 mg/kg à Yamoussoukro, Toumodi et Bondoukou. Au niveau de chaque type de feuilles, les teneurs en sodium sont significativement différentes entre toutes les villes. En effet, pour toutes les catégories de feuilles, la ville de Yamoussoukro renferme les plus fortes teneurs en sodium, suivie de Bondoukou, et les feuilles de Toumodi présentent les faibles taux. Les teneurs en manganèse des feuilles du théier de savane sont significativement différentes ( $p < 0,01$ ) entre les bourgeons, les feuilles jeunes et les feuilles matures. En effet, les teneurs en manganèse sont plus élevées dans les bourgeons, respectivement, 80,04; 54,09 mg/kg à Yamoussoukro et Bondoukou, que dans les autres types de feuilles (feuilles jeunes et feuilles matures), ensuite suivent les teneurs des feuilles jeunes (60,61 et 31,15 mg/kg), successivement, à Yamoussoukro et Bondoukou puis celles des feuilles matures (53,97 et 53,23 mg/kg), à Yamoussoukro et Bondoukou.

A Toumodi, les teneurs sont fortes dans les bourgeons (34,80 mg/kg), suivies des feuilles jeunes (29,01 mg/kg), et les feuilles matures (23,67 mg/kg) ont les faibles teneurs. Pour chaque catégorie de feuilles, il existe une différence significative ( $p < 0,01$ ) entre les différentes localités. En effet, pour les bourgeons et les feuilles jeunes, la ville de Yamoussoukro enregistre les plus fortes teneurs en manganèse, suivie de celles de Bondoukou, et les faibles taux viennent de Toumodi. Par contre, au niveau des feuilles matures, les feuilles récoltées à Yamoussoukro et Bondoukou ont sensiblement les mêmes teneurs, et ces valeurs sont supérieures à celle de Toumodi. Au niveau du fer (Fe), les teneurs des feuilles de *Lippia multiflora*, dans l'ensemble des localités, montrent une différence significative ( $p < 0,01$ ) entre les bourgeons, les feuilles jeunes et les feuilles matures. En effet, respectivement, à Yamoussoukro et Bondoukou, les teneurs en fer sont plus fortes dans les feuilles matures 272,24 et 309,44 mg/kg, puis suivent les teneurs des feuilles jeunes 252,73 et 247,96 mg/kg successivement, à Yamoussoukro et Bondoukou; enfin, celles des bourgeons 130,21 et 201,63 mg/kg à Yamoussoukro et Bondoukou. Cependant, à Toumodi, les taux sont plus élevés dans les bourgeons (583,05 mg/kg) que dans les feuilles jeunes (567,62 mg/kg) et dans les feuilles matures (358,25 mg/kg). Pour chaque type de feuilles, il existe une différence significative ( $p < 0,01$ ) entre les différentes localités. En effet, les feuilles montrent une variation de teneurs en fer au niveau des différentes villes. Pour les différents types de feuilles (bourgeons, feuilles jeunes et feuilles matures), la ville de Toumodi présente les plus fortes teneurs en fer, suivie de celles de Bondoukou, et les faibles taux sont enregistrés à Yamoussoukro. Au sein de toutes les localités, les teneurs en zinc (Zn) sont significativement différentes ( $p < 0,01$ ) entre les bourgeons, les feuilles jeunes et les feuilles matures. En effet, les teneurs en zinc sont plus élevées dans les bourgeons que dans les feuilles jeunes et les feuilles matures. Dans chaque localité, les teneurs en cuivre (Cu) ne sont pas significativement différentes ( $p > 0,01$ ) entre les feuilles aux différents stades de développement (bourgeons, feuilles jeunes et feuilles matures). Cependant, les valeurs sont plus élevées dans les bourgeons, respectivement, 12,26; 12,75 et 13,46 mg/kg, à Yamoussoukro, Toumodi et Bondoukou, que dans les feuilles jeunes et feuilles matures. La teneur en cuivre dans les bourgeons est sensiblement la même dans toutes les localités. Entre les feuilles jeunes et les feuilles matures, il n'existe pas de différence significative ( $p > 0,01$ ) au sein de chacune des villes. Concernant les teneurs en cadmium (Cd) au niveau de chaque ville, il n'existe pas de différence significative ( $p > 0,01$ ) entre les feuilles, à tous les stades de développement (bourgeons, feuilles jeunes et feuilles matures).

**Tableau 2 : Composition en minéraux des feuilles du théier de savane (*Lippia multiflora*)**

Minéraux (mg/kg)		Localité	Bourgeons	Feuilles Jeunes	Feuilles matures
M A C R O E L E M E N T S	Mg	Yamoussoukro	5158,91 ± 16,8b	5087,42 ± 24,34c	6027,12 ± 15,15a
		Toumodi	5879,64 ± 75,34b	5787,94 ± 21,03c	5994,76 ± 41,38a
		Bondoukou	7053,67 ± 31,28c	7130,14 ± 37,80b	7758,70 ± 51,82a
	Ca	Yamoussoukro	20911,54 ± 103,4c	32192,65 ± 42,5b	49979,44 ± 27,6a
		Toumodi	12175,90 ± 61,7c	17651,42 ± 67b	22898,84 ± 35,4a
		Bondoukou	14236,01 ± 37,44c	14655,55 ± 63,3b	15856,21 ± 41,4a
	K	Yamoussoukro	8319,36 ± 52,40a	8152,52 ± 47,38b	7719,31 ± 44,49c
		Toumodi	9447,32 ± 30a	9196,24 ± 19,20b	8793,36 ± 27c
		Bondoukou	13451,54 ± 40,89a	10029,62 ± 48,1b	9760,67 ± 52,52c
	Na	Yamoussoukro	503,61 ± 11,32a	401,22 ± 1c	432,72 ± 4,83b
		Toumodi	264,33 ± 4,62a	174,83 ± 2,91c	233,16 ± 5,04b
		Bondoukou	294,05 ± 7,90a	198,44 ± 5,67c	229,38 ± 7,86b
O L I G O - E L E M E N T S	Mn	Yamoussoukro	80,04 ± 6,66a	60,61 ± 0,73b	53,97 ± 1c
		Toumodi	34,80 ± 0,41a	29,01 ± 0,50b	23,67 ± 0,39c
		Bondoukou	54,09 ± 2,69a	31,15 ± 3,68c	53,23 ± 1,33b
	Fe	Yamoussoukro	130,21 ± 3,5c	252,73 ± 1,32b	272,24 ± 4,06a
		Toumodi	583,05 ± 14,91a	567,62 ± 15,64b	358,25 ± 18,39c
		Bondoukou	201,63 ± 3,48c	247,96 ± 25,65b	309,44 ± 9,63a
	Zn	Yamoussoukro	42,40 ± 1,12a	33,22 ± 1,12b	36,68 ± 1,95ac
		Toumodi	54,63 ± 0,88a	30,87 ± 0,53b	23,60 ± 0,54c
		Bondoukou	43,91 ± 3,21ab	39,28 ± 3,41b	38,81 ± 2,06bc
	Cu	Yamoussoukro	12,26 ± 0,62a	8,17 ± 0,42b	8,11 ± 0,40bc
		Toumodi	12,75 ± 0,19a	10,75 ± 0,14b	9,54 ± 0,18bc
		Bondoukou	13,46 ± 0,88a	10,24 ± 0,67b	9,75 ± 0,48bc
Cd	Yamoussoukro	0,99 ± 0,04bc	1,01 ± 0,26ab	1,95 ± 0,20a	
	Toumodi	0,13 ± 0,04bc	0,48 ± 0,153a	0,25 ± 0,04ab	
	Bondoukou	1,641 ± 0,38b	2,22 ± 0,11a	1,52 ± 0,58b	

Les moyennes suivies des lettres différentes dans la même ligne sont significativement différentes ( $p < 0,01$ ).

#### 4. Discussion

La composition biochimique des différents types de feuilles du théier de savane étudiées montre des valeurs élevées, en cendres de l'ordre de 9,37 à 15,38 %. Ces taux sont proches de ceux obtenus lors d'une étude effectuée sur *Lippia multiflora* [16] et supérieurs à ceux obtenus sur *Camellia sinensis* et d'*Hibiscus sabdariffa* [17]. Cette forte teneur en cendres des feuilles du théier de savane indique que *Lippia multiflora* serait une bonne source de minéraux. Car la cendre rend compte de la quantité des minéraux des produits alimentaires [18]. La comparaison en cendres au niveau des différents stades d'évolution des feuilles montre une forte teneur dans les feuilles matures puis les feuilles jeunes et enfin les bourgeons. Les éléments minéraux puisés dans le sol peuvent servir à la croissance des tissus jeunes ou stockés dans les tissus âgés. Nos résultats seraient en faveur du stockage dans les tissus âgés. Les teneurs élevées en cendres des feuilles du théier de savane nous amène à déterminer quelques minéraux de cette plante. Les teneurs en magnésium des différents types de feuilles du théier de savane étudiées sont plus fortes (5087,42 à 7758,70 mg/kg) que celles du théier *Camellia sinensis* [19, 2]. Ces taux sont également supérieurs à ceux obtenus chez *Hibiscus sabdariffa* et *Ocimum canum*. [17, 20]. Par ailleurs, les différentes catégories de feuilles montrent des variations en magnésium dont les feuilles matures sont les plus riches.

Cette variation signifierait que la teneur en magnésium serait fonction du type de feuilles. La faible teneur en magnésium des jeunes feuilles s'expliquerait par la présence des feuilles plus âgées qui accumulent une grande quantité de magnésium nécessaire à la photosynthèse [21]. Ce qui montre la richesse de ces vieilles feuilles en chlorophylle par rapport aux jeunes feuilles. Les feuilles du théier de savane sont de bonnes sources de magnésium, car l'apport quotidien recommandé pour le magnésium est de 80 à 410 mg/j pour enfant et 420 à 460 mg/j pour adulte [22]. Cette forte teneur de magnésium des feuilles de *Lippia multiflora* pourrait jouer un rôle important en tant que cofacteur dans de nombreuses réactions enzymatiques, dans la synthèse des protéines et des acides nucléiques chez les consommateurs [23]. Le calcium fait partie des éléments minéraux essentiels à la croissance d'une plante. La composition minérale des feuilles du théier de savane montre des taux en calcium de l'ordre de 12175,90 à 49979,44 mg/kg proches de ceux obtenus par [20] sont supérieurs à ceux rapportés par [17]. L'apport quotidien recommandé pour le calcium est de 340 à 1200 mg/j pour enfant et 900 mg/j pour adulte [22]. Les fortes teneurs en calcium des feuilles de *Lippia multiflora* pourraient constituer une bonne source de nutriments pour les personnes âgées prédisposées à l'ostéoporose [24] et la consommation de ces feuilles pourrait être recommandée chez les personnes souffrant d'hypocalcémie. Car, le calcium est un élément essentiel dans de nombreuses fonctions vitales de l'organisme (coagulation du sang, maintien de la pression artérielle, la construction et le maintien des os et des dents, cofacteur dans le processus enzymatique) [23].

Le potassium fait partie des différents éléments minéraux dont la plante a besoin pour sa croissance. Sa teneur est élevée dans les feuilles du théier de savane. Elle est de l'ordre de 7719,31 à 13451,54 mg/kg, proche de celle déterminée par [24]. Le taux élevé en potassium des feuilles pourrait s'expliquer par le fait que la plante absorbe et véhicule le maximum de potassium vers les parties aériennes afin d'assurer l'ajustement osmotique et par conséquent assurer la survie des plantes. Il semble que c'est surtout au niveau des feuilles que le potassium rétablit l'équilibre du potentiel osmotique. [26] Les teneurs en potassium sont plus riches dans les bourgeons et les feuilles matures en contiennent de faibles teneurs. Ces résultats sont similaires à ceux de [27]. Selon cet auteur, les teneurs en potassium sont plus élevées dans les tissus jeunes que dans les tissus âgés. Car, le potassium intervient aussi dans la régulation de la croissance, raison pour laquelle le taux est plus élevé dans les bourgeons qui constitue les zones de croissance de la plante. Les valeurs en potassium des feuilles du théier de savane sont plus élevées. L'apport quotidien recommandé pour le potassium est de 800 à 5000 mg/j pour enfant et 3000 à 4000 mg/j pour adulte [22]. Les feuilles de *Lippia multiflora* constitueraient de bonnes sources de potassium. La composition des différents types de feuilles du théier de savane étudiées montre des teneurs en sodium (174,83 à 503,61 mg/kg) faibles, comparées à celles obtenues par [20] qui ont rapporté une teneur de 9,58 g/kg dans les feuilles *Ocimum canum*. La faible teneur en sodium du théier de savane pourrait être utilisée

dans le traitement de l'hypertension et des maladies rénales selon [28]. Le taux de potassium des feuilles étant plus élevé que celui de sodium, cela signifierait que le théier de savane pourrait prévenir l'hypertension artérielle [25]. Car l'effet bénéfique d'une restriction sodée sur le contrôle de l'hypertension artérielle est accru par une augmentation concomitante de l'apport en potassium [29]. Le manganèse est un oligo-élément essentiel à l'homme, cofacteur d'enzymes importantes dans la lutte contre le stress oxydant [23]. Les teneurs en manganèse des feuilles de *Lippia multiflora* (23,67 à 80,04 mg/kg) sont proches de celles rapportées par [12; 20] chez *Lippia multiflora* au Ghana et dans les feuilles *Ocimum canum*. Cependant ces taux sont inférieurs à ceux obtenus par [19] dans les feuilles de *Camellia sinensis*. Les teneurs en manganèse des feuilles du théier de savane seraient donc de bonnes sources de manganèse. Car l'apport quotidien de manganèse recommandé est de 2 à 3,5 mg/j (enfants) et 5 à 5,5 mg/j (adultes) [22]. Le fer est un oligo-élément indispensable pour la croissance humaine. Il intervient dans plusieurs fonctions biologiques, en particulier dans le transport de l'oxygène par les globules et son stockage dans les muscles [23].

Les teneurs en fer dans les feuilles du théier de savane sont de 130,21 à 583,05 mg/kg. Ces valeurs sont supérieures à celles obtenues dans les feuilles de *Lippia multiflora* au Ghana [12]. Ces teneurs sont supérieures à l'apport quotidien recommandé pour le fer, qui est de 3,9 à 21,8 mg/j pour enfants, 9,1 mg/j pour les hommes et 19,6 mg/j pour les femmes [30]. Les feuilles de *Lippia multiflora* constituent donc de bonnes sources de fer. Par conséquent, la supplémentation des feuilles de *Lippia multiflora* dans un régime alimentaire pourrait aider à combattre le problème d'anémie lié à l'insuffisance de fer qui affecte plus d'un milliard de personnes dans le monde entier [31]. Le zinc est un oligo-élément essentiel pour la croissance, le développement et le maintien de la fonction immunitaire, ce qui renforce la prévention et la guérison de maladies infectieuses [32]. Les produits carnés sont les meilleures sources de zinc [32], et par conséquent, les carences en zinc sont habituellement observées chez les populations qui consomment une alimentation pauvre en protéines animales. Le taux de zinc des différents types de feuilles est de l'ordre de 23,60 à 54,63 mg/kg. Ces valeurs sont proches de celles obtenues sur *Lippia multiflora* au Ghana [12]. Ces teneurs sont également proches de celles obtenues lors d'études effectuées sur *Hibiscus sabdariffa* (28 mg/kg), et dans les feuilles de *Camellia senensis* 24,19 à 31,86 mg/kg. [17, 2] Les feuilles de *Lippia multiflora* seraient de bonnes sources de zinc, Car, l'apport nutritionnel minima est de 1,6 à 3,6 mg/j (enfants) et 4 à 5 mg/j (adultes) [23].

Le cuivre est un oligo-élément qui joue un rôle vital dans divers métabolismes dont la qualité des cartilages, la minéralisation des os, la synthèse et la régulation des peptides neurotransmetteurs, l'immunité et le métabolisme du fer, au niveau du métabolisme oxydatif du glucose et est donc à ce titre essentiel au fonctionnement du myocarde. [23]. Les taux en cuivre dans les feuilles de *Lippia multiflora* varie de 8,11 à 12,75 mg/kg. Ces valeurs sont inférieures à celles obtenues dans les feuilles de *Lippia alba*. Ces teneurs sont semblables à celles obtenues par [13, 2] respectivement sur *Lippia multiflora* au Ghana et sur huit variétés du théier *Camellia sinensis*. Ces résultats corroborent les conclusions d'études qui stipulent que les plantes croissant en conditions naturelles, les teneurs en cuivre des pousses entières ne dépassent normalement pas 20 mg/kg [33]. Les feuilles de *Lippia multiflora* pourraient être de bonnes sources de cuivre et contribueraient au bien-être des consommateurs. Car l'apport nutritionnel minima en cuivre est de 0,2 à 0,3 mg/j (enfants) et 0,6 mg/j (adultes) [23]. Les teneurs en cadmium des feuilles sont faibles et n'excèdent pas 3 mg/kg. Ces résultats sont en accord avec ceux de [34], selon lesquels, dans les plantes normales, la teneur en cadmium des feuilles est comprise entre 0,1-3 µg/g M.S. Par ailleurs, les teneurs obtenues sont plus faibles que celles de [13], qui ont enregistré des valeurs de 22,5 à 59 µg/g, au Ghana, sur *Lippia multiflora*. Cette faible teneur en cadmium de *Lippia multiflora* pourrait s'expliquer par le fait que, la plus grande partie du cadmium accumulé reste dans les racines, seules de petites quantités sont transportées vers les parties aériennes. [35]. Ces auteurs ont montré que, chez le blé, 78 % du cadmium sont retenus dans les racines. Les variations en minéraux constatées au niveau des différentes localités étudiées et des différents types de feuilles, pourraient être liées à l'origine géographique des feuilles et à l'âge des feuilles comme l'on montré les résultats de. [36].

## 5. Conclusion

L'étude révèle que les feuilles du théier de savane sont riches en cendres, ces teneurs en cendres dépendent du stade de développement des feuilles. Les feuilles de *Lippia multiflora* constituent une bonne source de minéraux dont les éléments majoritaires sont le potassium, le calcium, le magnésium. Le fer, le sodium, et le manganèse s'y trouvent en proportion moyenne. Le zinc, le cuivre et le cadmium existent en faibles quantités. Les teneurs en minéraux varient selon le stade de développement des feuilles et la localité. Ces résultats permettraient une meilleure utilisation de cette plante. Vu la richesse en minéraux des feuilles du théier de savane, *Lippia multiflora* pourrait être introduit dans des formulations alimentaires.

## Remerciements

*Nous tenons à remercier, le Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifique en Côte d'Ivoire (PASRES) pour leur financement, le Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS), l'Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire) et la Société Ivoirienne de la Technologie Tropicale (I2T) pour leur soutien précieux.*

## Références

- [1] - M. EDEAS, Les secrets de santé du thé. Ed. Alpen. Monaco. (2011) 95 p.
- [2] - Y. CHEN, M. YU, J. XU, X. CHEN and J. SHI, "Differentiation of eight tea (*Camellia sinensis*) cultivars in China by elemental fingerprint of their leaves". *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 89, (2009) 2350 - 2355
- [3] - J. M. HODGSON, Tea flavonoids and cardiovascular disease. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 17 (1) (2008) pp. 288 - 290
- [4] - B. ALIPOOR and A. H. RAD, A review on the therapeutical effects of tea. *Asian Journal of Clinical Nutrition* 4 (1) (2012) pp. 1-15
- [5] - K A N'GUESSAN, et A YAO-KOUAME, "Filière de commercialisation et usages des feuilles de *Lippia multiflora* en Côte d'Ivoire". *Journal of Applied Biosciences*. 29, (2010) 1743 - 1752
- [6] - K. R. OUSSOU, S. YOLOU, J. B BOTI, K. N GUESSENND, C. KANKO, C. AHIBO. et J. CASANOVA, "Etude chimique et activité anti diarrhéique des huiles essentielles de deux plantes aromatiques de la pharmacopée ivoirienne". *European Journal of Scientific Research* 24 (1) (2008) 94 - 103
- [7] - V. E. TIA, A. A. ADIMA, L. S. NIAMKE, A. J. GNAGO, M. THIBAUD, P. LOZANO and C. MENUT, "Chemical composition and insecticidal activity of essential oils of two aromatic plants from Ivory Coast against *Bemisia tabaci* G. (Hemiptera : Aleyrodidae)". *Nat. Prod. Commun.* 6 (0) (2011).pp. 1 - 6
- [8] - K. A. ALUI, A. YAO-KOUAME, K. C. BALLO, K. P. KOUADIO, K. A N'GUESSAN et K. Y. NANGAH, Comportement de deux morphotypes de *Lippia multiflora* (Verbenaceae) sur ferralsols de la région de Yamoussoukro, Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*. 38, (2011) 2592 - 2601
- [9] - F. BENOIT-VICAL, A. VALENTIN, Y. PELISSIER, C. MARION, M. MILHAN, M. MAILLIE, J. M. BASTIDE, F. DIAFOUKA, B. D. KONE, A. MALAN, M. KONE, Y. LOUKOU, D. MONET, A. AKE and A. YAPO, Confirmation *in vitro* de l'activité antimalarique de certaines plantes d'origine Africaine utilisées en médecine traditionnelle. *Médecine d'Afrique Noire*. 43 (7) (1996) 393 - 400
- [10] - H. R JULIANI, M. WANG, H. MOHARRAM, J ASANTE-DARTEY., D. ACQUAYE, A. R KOROCH and J. E SIMON, Intraspecific variations in quality control parameters, polyphenol profile, and antioxidant activity in wild populations of *Lippia multiflora* from Ghana. *Journal of the American Chemical Society* 925, (2006) 126 - 142

- [11] - A. C. EKISSI, Valorisation nutritive des feuilles du théier de savane (*Lippia multiflora*) de Côte d'Ivoire et de ses produits dérivés. Thèse Unique de Doctorat de l'Université Félix Houphouët-Boigny Côte d'Ivoire. (2014) 187 p.
- [12] - F. KANE, A. YAO-KOUAME, A. A. KONAN et K N'GUESSAN, Dosage de quelques composantes biochimiques des feuilles de *Lippia multiflora* (*Verbenaceae*) à deux stades de développement et qualité des infusions, en fonction de la dose d'urée". *Agronomie Africaine*. 22 (3) (2010) 227 - 235
- [13] - K. ANNAN, I. K. SANTE, C. ASARE, S. ASARE-NKANSAH and B. M. TUNKUMGNEN, "Profile of heavy metals in some medicinal plants from Ghana commonly used as components of herbal formulations". *Pharmacognosy. Research*. 2 (2011) 41 - 44
- [14] - AOAC, "Official method of analysis" (11<sup>th</sup> ed). Washington, D.C. (1975) 51 - 52
- [15] - IITA, "Analyse des prélèvements pédologiques et végétaux". Manuel N°1, Oyo-Road, Nigéria. (1981) 66 p.
- [16] - A. YAO-KOUAME and F. KANE, " Biochemical characteristics of *Lippia multiflora* (*Verbenaceae*) leaves with respect of fertilizer applied to the soil", *Journal of Plant Sciences*. 3 (4) (2008) 287 - 291
- [17] - O. S. FALADE, I. O. OTEMUYIWA, A. OLADIPO, O. O. OYEDAPO, B. A. AKINPELU and S. R. A. ADEWUSI, "The chemical composition and membrane stability activity of some herbs used in local therapy for anemia ". *Journal of Ethnopharmacology* 102, (2005) 15 - 22
- [18] - S. D. BADJE, D SORO, G. L. NIAMKETCHI et E. K. KOFFI, Étude des comportements chimiques, fonctionnels et rhéologiques de mélanges de farines de blé (*Triticum aestivum*), amande de cajou (*Anacardium occidentale* L) et de banane plantain (*Musa paradisiaca*). *Afrique Science* 15(6) (2019) 143 - 155
- [19] - H. P. CARR, E. LOMBI, H. KÜPPER, S. P. MCGRATH and M. H. WONG, "Accumulation and distribution of aluminium and other elements in tea (*Camellia sinensis*) leaves". *Agronomie*. 23 (2003) 705 - 710
- [20] - B. T ALUKO, O. I. OLOYEDE, and A. J. AFOLAYAN, "Phytochemical and nutrient compositions of the leaves of *Ocimum canum* Sims ". *African Journal of Biotechnology*. 11 (63), (2012) 12697 - 12701
- [21] - C. MEGUENI, E. T. AWONO et R. NDJOUENKEU, "Effet simultané de la dilution et de la combinaison du rhizobium et des mycorhizes sur la production foliaire et les propriétés physico-chimiques des jeunes feuilles de *Vigna unguiculata*(L.) Walp ". *Journal of Applied Biosciences.*, 40 (2011) 2668 - 2676
- [22] - ANONYME, "Conseil supérieur de la sante. Recommandations nutritionnelles pour la Belgique". (2009) 92 p.
- [23] - C. ALAIS, G. LINDEN et L. MICLO, "Biochimie alimentaire ". 6<sup>e</sup> édition, Dunod Paris. (2008) 260 p.
- [24] - D. GARRIGUET, "Santé des os : ostéoporose, calcium et vitamine D ". *Rapports sur la santé*, 22 (3) (2011) 1 - 9
- [25] - O. T. ADEPOJU and E. O. OYEWOLE, "Nutritional importance and micronutrient potentials of two non-convectional indigenous green leafy vegetables from Nigeria". *Agricultural. Journal*. 3 (5) (2008) 362 - 365
- [26] - M. HANANA, L. HAMROUNI, K. BEN-HAMED, A. GHORBEL and C. ABDELLY, "Comportement et stratégies d'adaptation de vignes franches de pied sous stress salin ". *Journal of New Sciences*. 3 (4) (2014) 29 - 44
- [27] - R. HELLALI, "Rôle du potassium dans la physiologie de la plante. Atelier sur la gestion de la fertilisation potassique, acquis et perspectives de la recherche ". Tunis 10 décembre 2002
- [28] - P. K. EMEBU and J. U. ANYIKA, "Proximate and mineral composition of Kale (*Brassica oleracea*) grown in delta state, Nigeria". *Pakistan Journal of Nutrition*. 10 (2) (2011) 190 - 194
- [29] - J. M. GELEIJNSE, F. J. KOK and D. E GROBBEE, Blood pressure response to changes in sodium and potassium intake: a meta-regression analysis of randomised trials. *Journal of Human Hypertension*. 17 (7) (2003) 471 - 480
- [30] - ANONYME, "Role of iron in human metabolic. Processes", (2004) 246 - 278
- [31] - F. TROWBRIDGE, and M. MARTORELL, Forging effective strategies to combat iron deficiency Summary and recommendations". *Journal of Nutrition*. 85 (2002) 875 - 880
- [32] - C. F. WALKER, K. KORDAS, J. R. STOLTZFUS and R. E. BLACK, Interactive effects of iron and zinc on biochemical and functional outcomes in supplementation trials " *American Journal of Clinical Nutrition*. 82 (1) (2005) 5 - 12

- [33] - A. KABATA-PENDIAS and H. PENDIAS, "Trace elements in soils and plants". *CRC Press*, Boca, Raton, Florida, 2nd Edition, (1992) 209 p.
- [34] - R. D. REEVES and A. J. M BAKER, "Metal-accumulating plants. *In* : Phytoremediation of toxic metals-using plants to clean up the environment". Raskin I., Ensley, B.D. (Eds.), John Wiley and Sons, New York, (2000) 193 - 229
- [35] - M. AOUN, "Action du cadmium sur les plants de moutarde indienne [*Brassica juncea* (L.) Czern] néoformés à partir de couches cellulaires minces et issus de semis. Analyses physiologiques et rôle des polyamines ". Thèse de doctorat à l'Université de Bretagne Occidentale. (2009) 135 p.
- [36] - S. SEENIVASAN, N. MANIKANDAN, N. N. MURALEEDHARAN, and R. SELVASUNDARAM, "Heavy metal content of black teas from south India ". *Food Control*. 19 (2008) 746 - 749