

## Enquête ethnobotanique des plantes utilisées dans le traitement traditionnel de l'hypertension artérielle dans la Province du Mandoul, au sud du Tchad

OROMA Mina Ndjebwo<sup>1,\*</sup>.

<sup>1</sup> Faculté de Sciences de la Santé Humaine, Université de N'Djamena, Département des Sciences Biomédicales et Pharmacie. Laboratoire de Recherche, de Diagnostic et d'Expertise Scientifique/ Unité de Phytochimie et Pharmacognosie. BP 1117, Ndjamenat Tchad.

Date de réception : 24 Septembre 2025 ; Date de révision : 24 Novembre 2025 ; Date d'acceptation : 19 Décembre 2025.

### Résumé :

L'hypertension artérielle est une maladie qui touche plusieurs couches sociales des zones urbaines aussi bien dans les pays développés que ceux à faibles revenus. Une investigation ethnomédicinale a été réalisée dans la province du Mandoul afin de recenser les plantes à visée antihypertensive. L'objectif principal est de contribuer à la valorisation des savoirs traditionnels relatifs à la prise en charge de l'hypertension artérielle. Cette étude a été réalisée auprès de 45 tradipraticiens de santé, dont 25 de sexe masculin (56 %) contre 20 de sexe féminin (44 %). Ils ont été interviewés sur la base de leur consentement éclairé, disponibilité pendant l'enquête et à travers un entretien semi-structuré. À l'issue de ces investigations, 22 espèces végétales ont été identifiées et réparties en 14 familles botaniques. La famille des Fabaceae était la plus représentée (06 espèces). Parmi les espèces inventoriées, les plus citées sont *Hyphaene thebaica* (L.) Mart. (42 %), *Moringa oleifera* Lam. (20 %) et *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. (15,6 %). La feuille (50 %) est l'organe le plus utilisé, les autres organes étant rarement employés. La technique de préparation des recettes la plus utilisée est la décoction (73 %), suivie de l'infusion (14 %). Cette technique emploie les drogues le plus souvent à l'état frais (73 %). Les remèdes sont recommandés dans la plupart des cas sous forme de boisson et donc uniquement par voie orale. Au terme de cette étude, il ressort une diversité de plantes recommandées pour la prise en charge de l'hypertension artérielle. Les résultats obtenus pourraient servir de base de données pour des études pharmacologiques.

**Mots-clés :** Enquête ethnobotanique, Médecine traditionnelle, Plantes médicinales, Mandoul, Tchad.

## Ethnobotanical survey of plants used in the traditional treatment of hypertension in Mandoul Province, southern Chad

### Abstract:

Hypertension is a disease that affects several social strata in urban areas in both developed and low-income countries. An ethnomedicinal investigation was carried out in Mandoul Province to identify plants with antihypertensive properties. The main objective is to contribute to the promotion of traditional knowledge relating to the management of high blood pressure. This study was conducted among 45 traditional health practitioners, including 25 males (56 %) and 20 females (44 %). They were interviewed on the basis of their informed consent and availability during the survey, using a semi-structured interview. At the end of these investigations, 22 plant species were identified and divided into 14 botanical families. The Fabaceae family was the most represented (06 species). Among the species inventoried, the most frequently cited are *Hyphaene thebaica* (L.) Mart. (42 %), *Moringa oleifera* Lam. (20 %) and *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. (15.6 %). The leaf (50 %) is the most commonly used part of the plant, with other parts rarely being used. The most commonly used preparation technique is decoction (73 %), followed by infusion (14 %). This technique most often uses fresh drugs (73 %). In most cases, remedies are recommended in drink form and therefore only taken orally.

This study highlights a variety of plants recommended for the treatment of hypertension. The results obtained could serve as a database for pharmacological studies.

**Keywords:** Ethnobotanical survey, Traditional medicine, Medicinal plants, Mandoul, Chad.

### Introduction

Les maladies non transmissibles constituent un réel problème de santé et sont responsables de nombreuses causes de décès dans le monde. L'hypertension artérielle (HTA), une de ces maladies qui touche toutes les couches sociales, est souvent ignorée par plusieurs patients. Dans le monde, elle affecte plus de 30 % de la population, soit environ 1,4 milliard d'individus (Mills et al., 2016). Selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), dans le monde, le nombre de personnes atteintes de HTA est estimé à 1,29 milliard chez les personnes âgées de 30 ans à 79 ans, dont les deux tiers vivent dans des pays à

faibles ou moyens revenus (OMS, 2023). Les données à l'échelle mondiale ont triplé au cours des trente dernières années, et près de la moitié des cas serait nouvellement diagnostiquée (Zhou et al., 2019). En Europe, la prévalence de la HTA était de 12 % en Irlande et 37 % en Croatie (Euronews, 2024).

En Afrique subsaharienne, la prévalence de l'hypertension artérielle varie et ne cesse d'augmenter, notamment en raison du vieillissement de la population et de l'exposition à des facteurs liés au mode de vie, notamment la consommation excessive de sel et la sédentarité

-----  
(\* ) Correspondance : Oroma M. N. ; e-mail : [oromafils@gmail.com](mailto:oromafils@gmail.com) ; tél. : (+235) 66 20 47 05 / 66 35 39 53 / 95 09 56 84.

(Houehanou et al., 2018). Des études rapportent des prévalences variables selon les pays : 27,4 % au Togo (Belo, 2021), entre 20,83 % et 39,4 % au Mali (Menta et al., 2018), et 32 % au Cameroun (Dzudie et al., 2020). Au Tchad, la prévalence de la HTA était de 30 % chez les personnes de plus de 55 ans en milieu urbain (MSP, 2017). La HTA représente un véritable problème de santé publique, et sa prise en charge par les médicaments n'est pas à la portée de la plupart des populations Africaines, particulièrement celles du Tchad, aussi bien en milieu rural qu'urbain. C'est donc au regard de ce constat que l'OMS, à travers sa résolution RC50/R3 du 31 août 2000, encourage les pays africains à élaborer des stratégies sur la médecine traditionnelle et

promouvoir l'utilisation des plantes médicinales dans les systèmes de soins de santé.

Ainsi, l'objectif général de ce travail vise à valoriser les plantes utilisées dans le traitement de l'hypertension artérielle dans la province du Mandoul, au Sud du Tchad.

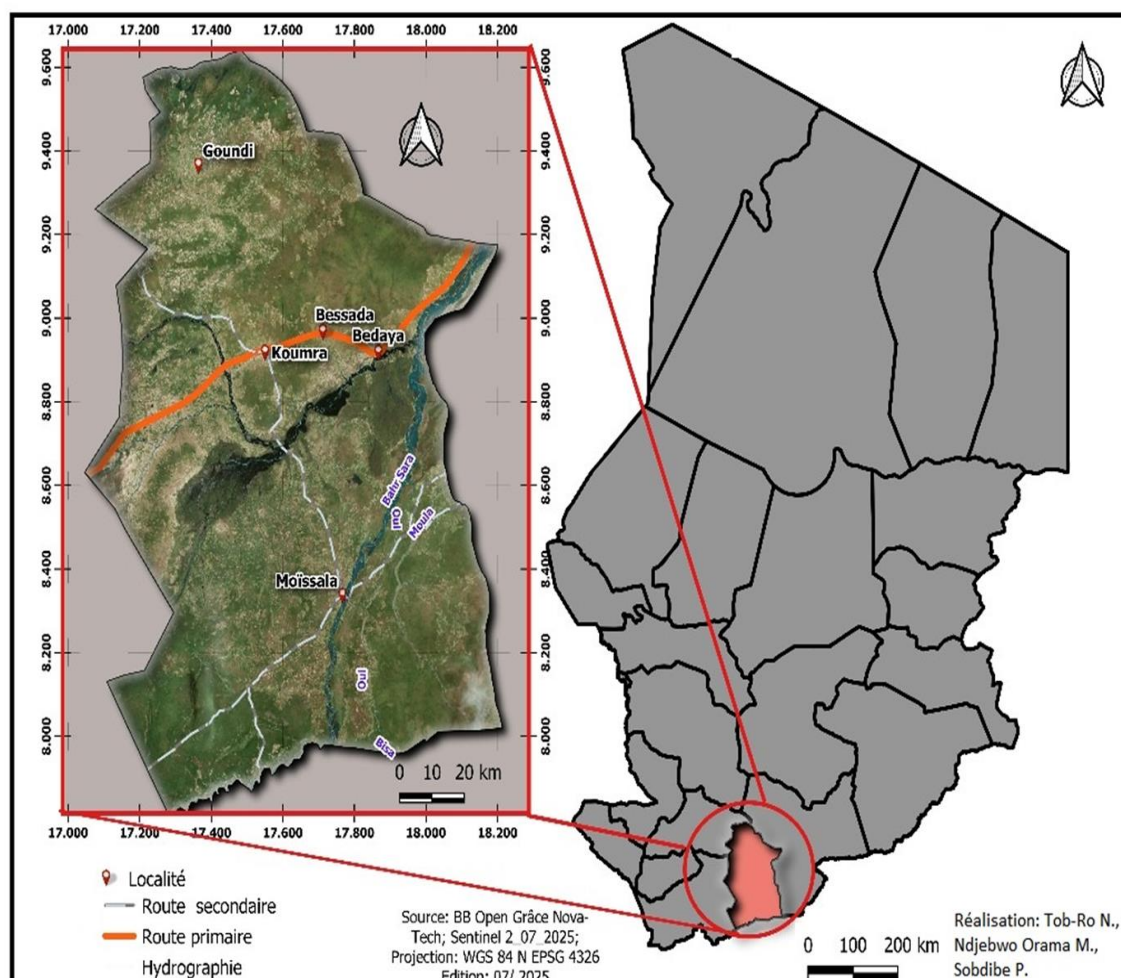
Les objectifs sont :

- identifier les plantes utilisées dans le traitement de la HTA,
- identifier les caractéristiques sociodémographiques des détenteurs du savoir traditionnel,
- décrire les caractéristiques ethno-médicales des recettes employées.

### 1. Zone d'étude

La Région du Mandoul est située entre les 7ème et 9ème degré de latitude nord et les 17ème et 18ème degré de longitude Est. Elle est limitée au Nord-Ouest par la Région de la Tandjilé, au Sud

par la République Centrafricaine, à l'Ouest par la Région du Logone Oriental et à l'Est par la Région du Moyen-Chari. La ville de Koumra, chef-lieu de la Région du Mandoul est située à



**Figure 1 :** Cartographie de la Province du Manoul. Source : Grace nova tech, Sentinel 2. Projection : WGS 84 EPSG 4326. Laboratoire des Recherches Cartographiques et Statistiques pour le Développement Durable (Labrecs-2d).

690 km de la Capitale N'Djaména. La Région du Mandoul couvre une superficie de 17727 km<sup>2</sup> soit 1,4% du territoire national. Elle compte 628 065 habitants (INSEED, 2009) dont 322 467 femmes (51,3 %) et 305 598 hommes, soit 5,7 % de la population tchadienne avec une densité de 35,5 habitants/km<sup>2</sup> contre 8,6 au niveau national. Le relief est caractérisé par de bas plateaux argilo-sableux, faiblement accidentés et des plaines constituées des dépôts sédimentaires (alluvions). Située dans la zone soudanienne, la Région du Mandoul a un climat de type tropical humide avec 800 à 1200 mm de précipitations annuelles. Le climat se caractérise par l'alternance d'une saison de pluies (de mai à octobre) et d'une saison sèche (de novembre à

avril). Les précipitations dépassent 900 mm tout en restant inférieures à 1200 mm, se caractérise par la savane boisée et la forêt claire riche en Légumineuses avec les espèces suivantes : *Anogeissus leicarpus*, *Isobertinia doka*, *Khaya senegalensis*, *Azizelia africana*, *Burkea africana*, *Daniellia oliveri*, *Vittelaria paradoxa*, *Monotes kerstingii*, *Sclerocarya birrea*. La pression de l'homme sur les sols cultivables a tendance à favoriser le développement d'une savane arborée à *Detarium-Hymenocardia* et Combrétacées. On assiste alors progressivement à une uniformisation de la végétation (Ministère de l'Environnement et des Ressources Halieutiques, 2009).

## 2. Méthodes

### 2.1. Collecte des données ethnobotaniques

Une enquête ethnobotanique a été réalisée en novembre 2024 auprès des tradipraticiens de santé du Mandoul dans le but de recenser les plantes utilisées dans le traitement traditionnel de la HTA. Les investigations se sont déroulées plus précisément à Bedaya, Bessada, Koumra, Bekourou, Moissala, Bedjondo et Goundi. Les répondants ont été interrogés à travers des entretiens semi structurés. Ils ont été interviewés sur la base de leur consentement éclairé et disponibilité, à travers un questionnaire préétabli. Les investigations ont porté sur les caractéristiques sociodémographiques (nom, le sexe, le niveau d'étude, la profession et le mode d'apprentissage) puis sur les caractéristiques ethnomédicinales des espèces végétales (les plantes utilisées, les parties utilisées, le mode de préparation, le mode d'administration, l'état de préparation de la drogue, combinaison des recettes, la dose des recettes, la durée du traitement, et enfin la période de récolte).

### 2.2. Récolte et identification des spécimens

Après les interviews, la découverte du milieu floristique est effectuée afin d'identifier et récolter les espèces citées. Un échantillon de chaque espèce a été prélevé pour constituer l'herbier.

Cet herbier a été identifié par M. MBAIDE Yeba, botaniste au département de Biologie de la Faculté des Sciences Exactes et Appliquées de Farcha (Université de N'Djaména). Les espèces végétales recensées ont été référencées à l'herbier de l'Institut de Recherche en Elevage et pour le Développement (IREDD) du Tchad dans le but de ressortir les numéros d'identification.

Ils sont conservés à la Faculté des Sciences de la Santé Humaine, au Laboratoire de Recherche, de Diagnostic et d'Expertise Scientifique/ Unité de Phytochimie et Pharmacognosie.

### 2.3. Traitement des données

Les données ont été saisies dans le logiciel Excel 2013 qui a permis de résumer les réponses aux différentes questions de recherche. Les réponses à ces questions sont illustrées sous forme de tableaux et des figures.

Pour permettre de mettre en évidence les espèces les plus citées dans le traitement de l'hypertension artérielle, la fréquence de citation (FC) et l'indice de confirmation (consensus informateur : ICI) ont été calculés.

Pour la fréquence de citation, la formule est :

$$FC = (n / N) \times 100 \quad (1)$$

C'est la technique décrite par Gbekley et al. (2015) pour trouver les espèces les plus citées. Dans cette formule, les variables (*n* et *N*) désignent respectivement :

*n* : nombre de personnes ayant cité l'espèce.

*N* : nombre total de personnes interrogées.

Concernant l'Indice de Consensus Informateur (ICI), il est calculé selon la formule utilisée par Ilumbe et al. (2014) et est décrite de la manière suivante :

$$ICI = N_a / N_t \quad (2)$$

Avec,

*N<sub>a</sub>* = nombre de personnes ayant cité cette espèce

*N<sub>t</sub>* = nombre total de personnes enquêtées

Cette formule permet d'apprécier les accords des informateurs sur les plantes utilisées. Elle est calculée pour chaque espèce recommandée.

### 3. Résultats

#### 3.1. Données sociodémographiques des tradipraticiens de santé

Les études ethnobotaniques menées auprès de 45 tradipraticiens de santé (TPS) dans la province du Mandoul dans le but de connaître les plantes utilisées en médecine traditionnelle pour traiter la HTA. Les enquêtes ethnobotaniques ont permis de connaître les différents aspects sociodémographiques des TPS. Ils étaient majoritairement des hommes (56 %) contre (44 %) des femmes comme le montre le tableau I. L'enquête a permis d'interroger les TPS dont la tranche d'âge est comprise entre 18 ans - 70 ans. Les TPS âgés de 30 ans - 50 ans soit 58 % était la tranche la plus dominante suivie respectivement de ceux de 50 ans - 70 ans (33 %) et enfin 18 - 30 ans soit 9 %. Les répondants étaient non scolarisés (49 %) en majorité, suivi du niveau primaire (31 %). Par contre, les TPS avec le

niveau universitaire et secondaire sont minoritaires avec des proportions respectives de 9 % et 11 %. Concernant les professions, les résultats rapportent que les répondants exercent plusieurs fonctions. Ils sont pour la plus grande partie TPS-Ménagères (42 %), suivi progressivement des TPS-Cultivateurs (38 %), TPS-Enseignants (9 %) et TPS-Etudiants (7 %). Concernant les autres couches professionnelles, elles étaient faiblement représentées, notamment les TPS-Infirmiers et TPS-Tailleurs représentaient 2 % chacune. La plupart des TPS (49 %) affirment avoir reçu la connaissance à travers l'apprentissage auprès du Maître. D'autres TPS affirmaient avoir reçu la connaissance par héritage (44 %) et par contre certains TPS (7 %) déclarent qu'ils l'ont reçu grâce aux dons des dieux.

**Tableau I :** Proportions des caractéristiques sociodémographiques des TPS

N°	Caractéristiques sociodémographiques	Effectif (N= 45)	Proportion ( % )
<b>Genre</b>			
1	Féminin	20	44
2	Masculin	25	56
<b>Tranches d'âges</b>			
1	18 -30 ans	4	9
2	30 – 50 ans	25	58
3	50 – 70 ans	15	33
<b>Niveau d'éducation</b>			
1	Non scolarisés	22	49
2	Secondaire	5	11
3	Primaire	14	31
4	Universitaire	4	9
<b>Professions</b>			
1	Ménagères	19	42
2	Cultivateurs	17	38
3	Enseignants	4	9
4	Etudiants	3	7
5	Infirmiers	1	2
6	Tailleurs (couturier)	1	2
<b>Modes d'apprentissage</b>			
1	Dons des dieux	3	7
2	Héritages	20	44
3	Maitres -Elèves	22	49

#### 3.2. Données ethnobotaniques des plantes recommandées

##### 3.2.1. Plantes recommandées dans le traitement de l'hypertension artérielle

L'enquête ethnobotanique menée dans la province du Mandoul a permis de recenser 22 espèces végétales utilisées par les TPS pour traiter la HTA. De par leur classification botanique, sur les 14 familles, celle des Fabaceae était la plus rencontrée avec un total de 06 espèces, suivie des Anacardiaceae (03 espèces) et Poaceae (03 espèces). Cependant, les autres

familles étaient juste représentées par 01 espèce chacune. L'espèce, *Hyphaene thebaica* (L.) Mart. (42 %) est la plus citée, suivie respectivement de *Moringa oleifera* Lam. (20 %), et *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. (15, 6 %) comme présenté dans le tableau II.

Les autres espèces végétales étaient très faiblement représentées.

En plus des fréquences citations (FC), l'Indice de Consensus Informateur (ICI) de chaque espèce a été aussi calculé.



Du point de vue de leur diversité morphologique, les arbustes étaient plus représentés avec 09 espèces, puis suivent successivement les arbres (06 espèces) et les herbes (05 espèces).

Or, le palmier et les sous ligneux étaient les types morphologiques très peu représentés soit 01 espèce chacune. De par leur origine, parmi les espèces recommandées, 04 sont des plantes introduites contre 18 espèces locales. Les espèces inventoriées étaient en majorité identifiées sous différents numéros par plusieurs auteurs et conservées à l'herbier de l'IREC.

Parmi ces espèces, 02 ne sont pas référencées (Tableau II).

### 3.2.2. Aspects ethnogalénique et ethnopharmacologiques des plantes recommandées

Les investigations ethnobotaniques, menées dans la province du Mandoul sur les plantes utilisées contre l'hypertension artérielle, ont permis de recenser plusieurs espèces végétales dont les caractéristiques ethnopharmacologiques sont illustrées dans le tableau III et les figures ci-dessous.

#### - Organes utilisés

Les organes employés dans la préparation des recettes contre l'hypertension artérielle étaient majoritairement des feuilles (50 %).

Les autres parties utilisées seules ou en association étaient faiblement employées (6 %).

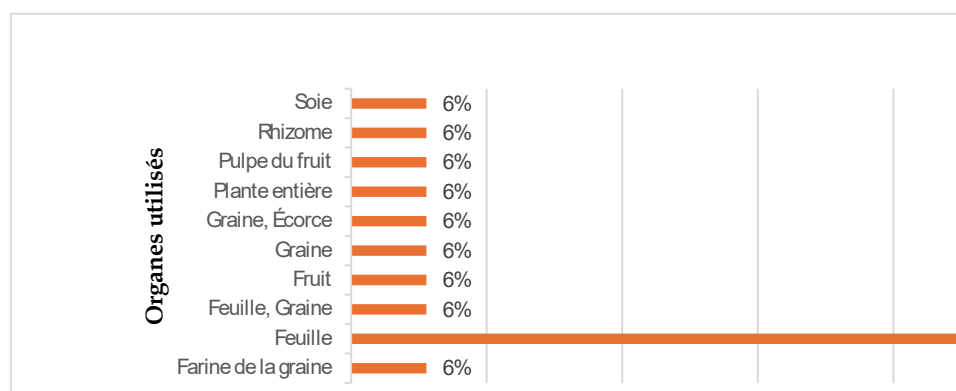


Figure 2 : Histogrammes de répartition des organes utilisés

#### - Modes de préparation

Les techniques de préparation des recettes employées pour le traitement de la HTA étaient pour la plupart sous forme de décoction (73 %), suivie de l'infusion (14 %), et dans certains cas

rares (le broyage, la décoction et /ou mastication).

Ces dernières avaient une proportion de 5 % pour chacune des techniques de préparation (figure 3).

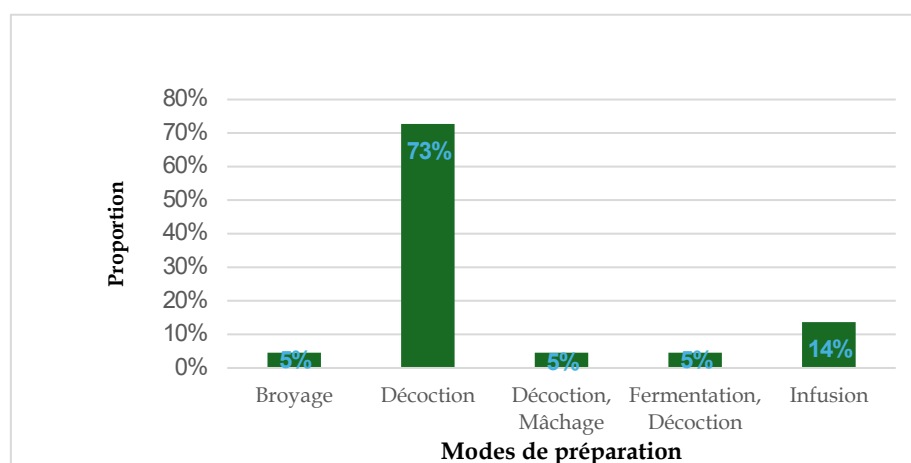


Figure 3 : Histogrammes des modes de préparation des recettes

Les espèces végétales employées dans les préparations médicamenteuses étaient majoritairement administrées seules (91 %) sauf

*Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. ex G. Don. et *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss., étaient employées en

combinaison ou association (9 %), la figure 4 en est l'illustration.

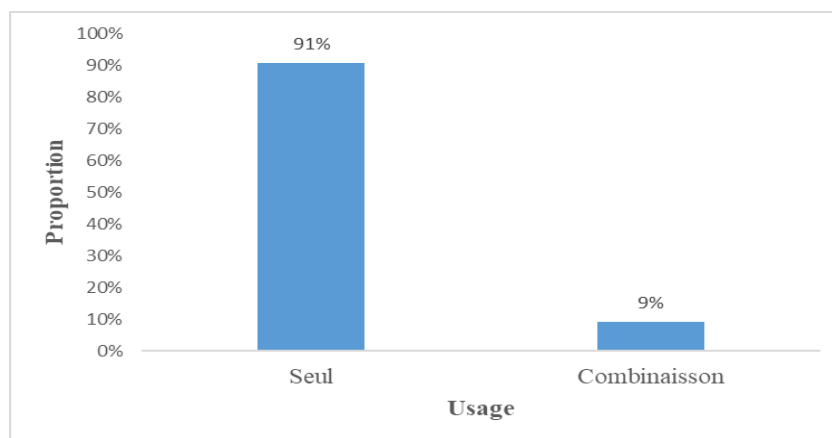


Figure 4 : Histogramme des modalités d'usage des recettes contre la HTA.

#### - Voie d'administration

L'administration des recettes était uniquement par voie orale sous forme de boisson à l'état d'un décocté. Et aussi par mastication de certains organes des végétaux recommandés. Les recettes

étaient en majorité administrées sous forme de boisson (96 %) contre la mastication (4 %) cependant était très peu employée.

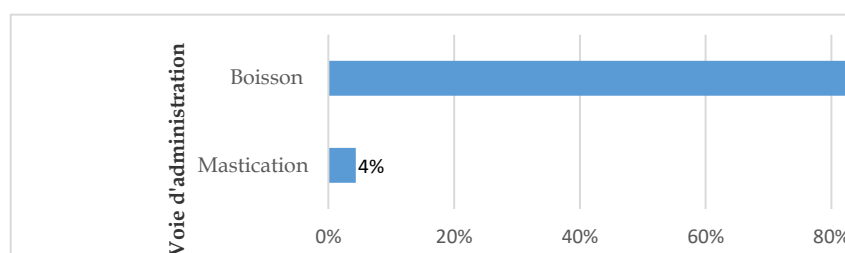


Figure 5 : Histogramme de répartition des voies d'administration des drogues.

#### - Dose d'administration et durée du traitement

Les recettes étaient en majorité administrées avec une dose indéterminée sauf la guérison justifiait l'arrêt du traitement. Sur les 22 espèces, 3 étaient administrées avec des doses déterminées (14 %). Il s'agit de : *Anacardium occidentale* L., *Calotropis procera* (Ait.) Ait. f. et *Mangifera indica* L. Concernant la durée du traitement, pour la plupart des recettes, la durée est indéterminée (95 %) c'est à dire que les médicaments sont administrés jusqu'à la guérison (la disparition

des symptômes), seule la médication par *Calotropis procera* dure 3 jours. Comme indiqué dans le tableau III.

#### - Etat et période de récolte de la drogue employée

Les drogues végétales étaient employées dans la préparation des recettes soit à l'état frais, sec et/ou les deux. Elles sont utilisées généralement à l'état frais (73 %) et faiblement à l'état sec (18 %). L'utilisation des drogues à l'état frais et/ou sec représentait 9 %. Les drogues étaient récoltées à n'importe quelle période de l'année.

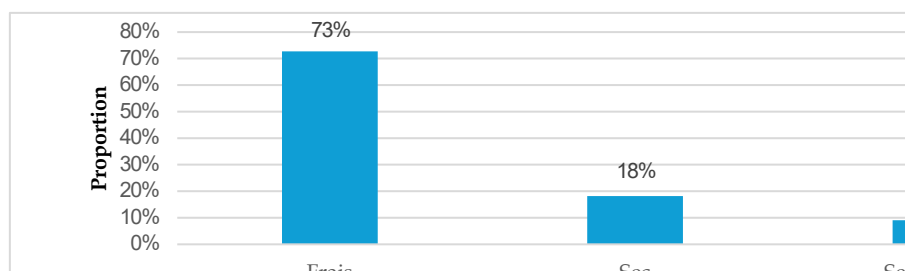


Figure 6 : Histogrammes selon l'état d'utilisation des drogues

**Tableau II** : Plantes utilisées contre l'hypertension artérielle dans la Province du Mandoul.

Famille	Espèces végétales	Numéros d'identification des herbiers	Noms en langues locales	Types Morphologiques	Origine (César et <i>al.</i> , 2019)	FC ( %)	ICI
	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Non déterminé	Licording (Marba)	Arbuste	Introduite	4,4	0,004
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	A 3283 ; M 2451	Mongoh (Appellation locale, toutes les ethnies du Tchad)	Arbre	Introduite	2,2	0,002
	<i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hochst.	F 1399 ; AG 837 ; N 46	Lob (Sara)	Arbre	Locale	15,6	0,15
Arecaceae	<i>Hyphaene thebaica</i> (L.) Mart.	C 3767 ; BECHIR & CESAR 26	Garia (Sara, Mbaye)	Palmier	Locale	42,2	0,42
Asclepiadaceae	<i>Calotropis procera</i> (Ait.) Ait. f.	N 77 ; A 7952	Kamndah (Ngambaye)	Arbuste	Locale	2,2	0,02
Balanitaceae	<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	AG 785, C 2250	Djondhe (Sara)	Arbuste	Locale	2,2	0,02
Bombacaceae	<i>Adansonia digitata</i> L.	F 1689	Baouna (Marba)	Arbre	Introduite	4,4	0,004
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	AG 658	Papaye (Appellation locale, toutes les ethnies du Tchad)	Arbuste	Introduite	2,2	0,02
	<i>Bauhinia rufescens</i> Lam.	ABG 35 ; AG 1400	Koukoul (Arabe local)	Arbuste	Locale	2,2	0,02
	<i>Daniellia oliveri</i> (Rolfe) Hutch. & Dalz	F 1163 ; C 1970	Bida (Sara)	Arbre	Locale	2,2	0,02
Fabaceae	<i>Detarium microcarpum</i> Guill. & Perr.	A 862 ; F 1117	Koutou (Sara-kaba)	Arbuste	Locale	4,4	0,004
	<i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) R. Br. ex G. Don	F 1055, M 359	Matte (Sara-kaba)	Arbre	Locale	4,4	0,004
	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	HG 290 ; A 7210	Kinkeliba (Appellation locale, toutes les ethnies du Tchad)	Sous-ligneux	Locale	2,2	0,02

	<i>Vigna subterranea</i> (L.) Verdc.	AG 1900 ; C 1966	Woulnda (Ngambaye)	Herbe	Locale	4,4	
Meliaceae	<i>Khaya senegalensis</i> (Desr.) A. Juss.	N 116 ; AG 2336	Dil (Sara)	Arbre	Locale	2,2	0,02
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	F 1166 ; A 1392	<b>Kahgue ndogue</b> (Sara)	Arbuste	<b>Introduite</b>	<b>20</b>	0,2
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Non déterminé	Banane (Appellation locale, toutes les ethnies du Tchad)	Herbe	Locale	2,2	0,02
Poaceae	<i>Zea mays</i> L.	BOUDET 1184	Saitocka (Moussey) ; Oufaïc (Zimé)	Herbe	Locale	2,2	0,02
	<i>Oxytenanthera abyssinica</i> (A. Rich.) Munro	PDF 3603 ; C 3560	Lal (Ngambaye)	Herbe	Locale	2,2	0,02
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus pentandrus</i> Schumach. & Thonn.	HG 2242 ; C 1818	Non Déterminé	Herbe	Locale	2,2	0,02
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	F 1101 ; I 69 ; M 1961 ; C 3428	Ngohgro (Sara, Ngambaye)	Arbuste	Locale	2,2	0,02
Rubiaceae	<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel. ex G. Don) Benth.	PDF 3287 ; C 3705	Goub (Sara)	Arbuste	Locale	2,2	0,02

#### Abréviations des Noms et prénoms des auteurs :

**A** = Jacques Audru ; **AG** = André Gaston ; **ABG** = Jacques Audru, Gabriel Boudet & André Gaston ; **B & C** = Ali Brahim Béchir & Jean César ; **C** = Jean César ; **F** = Georges Fotius ; **HG** = Hubert Gillet ; **I** = Alexandre Ickowicz ; **M** = Marc Mosnier ; **N** = Nadoum Koro et **PDF** = Bernard Peyre de Fabregues.



**Tableau III : Caractéristiques ethnomédicinales des recettes recommandées**

Espèces végétales	Partie utilisée	Mode de préparation	Mode d'administration	Combinaison	Période de collecte	Etat de la drogue	Dose	Durée de traitement
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Feuille	Broyage	Boisson	Seul	Toute période	Sec	1 Cuillère de poudre à bouillir pour obtenir un verre, boire un verre le matin et un verre le soir, jusqu' à la guérison	Indéterminée
<i>Adansonia digitata</i> L.	Feuille	Décoction	Boisson	Seul	Toute période	Frais	Indéterminée	Indéterminée
<i>Hyphaene thebaica</i> (L.) Mart.	Pulpe fruit	Infusion	Boisson	Seul	Toute période	Sec	Indéterminée	Indéterminée
<i>Musa paradisiaca</i> L.	Racine	Décoction	Boisson	Seul	Toute période	Frais	Indéterminée	Indéterminée
<i>Oxytenanthera abyssinica</i> (A. Rich.) Munro	Feuille	Décoction	Boisson	Seul	Toute période	Frais	Indéterminée	Indéterminée
<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Feuille, Graine	Décoction (feuille), broyage, Extraire graine	Boisson	Seul	Toute période	Sec, frais	Indéterminée	Indéterminée
<i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hochst.	Ecorce	Décoction	Boisson	Seul	Toute période	Frais	Indéterminée	Indéterminée
<i>Calotropis procera</i> (Ait.) Ait. f.	Feuille	Décoction	Boisson	Seul	Toute période	Frais	Une feuille à bouillir pour obtenir un verre, boire un verre par jour, jusqu' à la guérison	03 jours
<i>Vigna subterranea</i> (L.) Verdc.	Graine (Farine)	Infusion farine	Boisson	Seul	Toute période	Sec	Indéterminée	Indéterminée
<i>Mangifera indica</i> L.	Feuille	Décoction	Boisson	Seul	Toute période	Frais	Faire bouillir les feuilles pour obtenir 1 verre à boire 3 fois/jour, jusqu' à la guérison	Indéterminée
<i>Zea mays</i> L.	Soie	Décoction	Boisson	Seul	Toute période	Frais	Indéterminée	Indéterminée
<i>Parkia biglobosa</i>	Graine,	Fermentation	Mâcher (Graine),	Combinaison	Toute	Sec	Indéterminée	Indéterminée

(Jacq.) R. Br. ex G. Don	écorce	(graine), décoction (écorce)	boisson (décoction)	(écorce associée à écorce de <i>Khaya senegalensis</i> )	période			
<i>Carica papaya</i> L.	Feuille	Décoction	Boisson	Seul	Toute période	Frais	Indéterminée	Indéterminé
<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	Fruit	Infusion	Boisson	Seul	Toute période	Frais	Indéterminée	Indéterminé
<i>Khaya senegalensis</i> (Desr.) A. Juss.	Ecorce	Décoction	Boisson	Combinaison (Associée à décoction de <i>Parkia biglobosa</i> )	Toute période	Frais	Indéterminée	indéterminé
<i>Detarium microcarpum</i> Guill. & Perr.	Ecorce	Décoction	Boisson	Seul	Toute période	Frais	Indéterminée	Indéterminée
<i>Phyllanthus pentandrus</i> Schumach. & Thonn.	Plante entière	Décoction	Boisson	Seul	Toute période	Frais	Indéterminée	Indéterminée
<i>Daniellia oliveri</i> (Rolfe) Hutch. & Dalz	Feuille	Décoction	Boisson	Seul	Toute période	Frais	Indéterminée	Indéterminée
<i>Bauhinia rufescens</i> Lam.	Feuille	Décoction	Boisson	Seul	Toute période	Frais	Indéterminée	Indéterminée
<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel. ex G. Don) Benth.	Ecorce	Décoction	Boisson	Seul	Toute période	Frais	Indéterminée	Indéterminée
<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	Feuille	Décoction	Boisson	Seul	Toute période	Frais	Indéterminée	Indéterminée
<i>Senna occide ntalis</i> (L.) Link	Graine	Décoction	Boisson	Seul	Toute période	Sec	Indéterminée	Indéterminée

#### 4. Discussion

La présente enquête avait pour but de recenser et collecter des informations sur les plantes antihypertensives utilisées en médecine traditionnelle dans la province du Mandoul. Les investigations ethnobotaniques ont été menées auprès de 45 tradipraticiens de santé parmi lesquels prédominent les TPS de sexe masculin (56 %). Cette prédominance pourrait se justifier d'une part du fait que l'étude s'était déroulée après la période des travaux champêtres. Dans le Mandoul, en dehors des périodes des travaux champêtres, la présence constante des hommes au village est observée. Les résultats similaires ont été rapportés par Dembélé et *al.* (2020) au Mali, avec une proportion élevée des hommes 75,96 % contre 24,04 % des femmes lors des enquêtes ethnobotaniques sur les plantes utilisées dans la prise en charge traditionnelle de la HTA. De même à Lomé (Togo), Mignazonzon et *al.* (2024) avaient souligné une proportion élevée des hommes (79,62 %) contre 20,37 % des femmes.

Concernant les tranches d'âges, il ressort de cette étude que les répondants de la tranche d'âges entre 18 ans - 30 ans étaient faiblement représentés. La faible représentativité pourrait se justifier du fait qu'à cet âge les intéressés n'ont pas acquis suffisamment d'expériences et ne pourraient pas fournir des informations fiables. Par contre, les proportions élevées des TPS de la tranche d'âge de 30 ans - 50 ans et 50 ans - 70 ans ont été constatées. A ces intervalles d'âges, les répondants étaient supposés avoir acquis des années d'expériences et par conséquent, ils fourniraient des informations fiables. Des résultats contraires ont été rapportés en Côte d'Ivoire par Odoh et *al.* (2024) lors des enquêtes ethnobotaniques sur les plantes antidiabétiques avec une prédominance des TPS de la tranche d'âges de 15 ans - 30 ans.

Concernant leur niveau d'éducation, les TPS étaient majoritairement non scolarisés. La forte proportion des TPS-Non scolarisés pourrait avoir des conséquences négatives sur les perceptions et l'interprétation des causes et origines de la HTA. Le pourcentage élevé de TPS-Non scolarisés pourrait corroborer l'idée que les connaissances et les pratiques de la médecine traditionnelle ne sont pas liées à la scolarisation. Les résultats semblables ont été rapportés dans la même province lors des travaux sur des plantes utilisées contre le diabète par Oroma et *al.* (2025b) avec une prévalence élevée (60 %) des TPS-Non scolarisés. En dehors du Tchad, en Côte d'Ivoire, les résultats semblables étaient constatés par Gnagne et *al.* (2017) durant les travaux sur les

plantes utilisées contre le diabète dans le département de Zouénoula. Par ailleurs, les études sur les plantes utilisées contre les dermatoses dans la ville de Ain Temouchent (Algérie) réalisées par Bentabet et *al.* (2022) rapportaient des résultats opposés soit 16 % des répondants non scolarisés. Les résultats opposés à notre étude pourraient se justifier car il s'agit de la population différente et des milieux d'études différents.

L'étude rapporte que les TPS exercent des activités complémentaires. Il découle de cette étude, une forte représentativité TPS-Ménagères (42 %). Les activités concomitantes exercées pourraient être dues au fait que le travail des professionnels de la santé n'est pas lucratif, ce qui les pousse à mener des activités secondaires pour garantir leur subsistance. Ces résultats corroborent ceux de Oroma et *al.* (2025a) à Kyabé lors des investigations ethnobotaniques sur les plantes utilisées contre les dermatoses où une forte proportion des TPS-Ménagères (53 %) a été mentionnée. Des résultats opposés étaient relevés par Camara et *al.* (2024) en Guinée-Conakry pendant les investigations ethnobotaniques sur *Vernonia djalensis* A.Chev à Dalaba avec une faible prévalence des TPS-Ménagères (16,13 %). Cette divergence pourrait s'expliquer du fait qu'il s'agit de deux localités différentes et des peuples différents. Les TPS interrogés avaient pour la plupart acquis le savoir auprès de leur maître. La forte représentation des TPS (49 %) ayant acquis le savoir par apprentissage auprès de leurs Maîtres, laisse entrevoir que l'acquisition des connaissances et pratiques en médecine passe par apprentissage auprès d'un Maître. Nos résultats sont corroborés par ceux obtenus en Guinée - Conakry par Goumou et *al.* (2022) lors des études sur les plantes contre les dermatoses avec une prévalence élevée des TPS (42 %) qui affirmait avoir reçu la connaissance par apprentissage auprès des Maîtres.

Les espèces végétales identifiées appartenaient majoritairement à la famille de Fabaceae (06 espèces). Cette prédominance s'expliquerait car la famille des Fabaceae regroupe trois familles botaniques (Caesalpinaceae, Mimosaceae et Fabaceae ou Papilionaceae), selon AGPH III (2009). La prédominance des Fabaceae au niveau des plantes utilisées contre la HTA a été rapportée par Mignazonzon et *al.* (2024) pendant les enquêtes ethnobotaniques sur des plantes utilisées dans le traitement de la HTA dans la Région autonome du grand Lomé. De même, en Côte d'Ivoire, Odoh et *al.* (2024) avaient rapporté des résultats similaires lors des enquêtes

ethnobotaniques sur les plantes antidiabétiques avec une fréquence élevée des Fabaceae (13 %).

Une revue bibliographique a permis de relever que certaines espèces végétales inventoriées dans cette étude des plantes à visée antihypertensive avaient été également rapportées par plusieurs auteurs. Notamment, *Moringa oleifera* Lam, *Mangifera indica* L., *Zea mays* L., *Balanites egyptiaca* L (Del), *Adansonia digitata* L, *Anacardium occidentale* L, *Calotropis procera* (Ait.) Ait. f. au Tchad par Dongock et al. (2018). Au Mali, Dembélé et al. (2020) avaient cité *Balanites egyptiaca* L (Del) et *Calotropis procera* (Ait.) Ait. f. L'espèce *Mangifera indica* L. a été également rapportée par Tsobou et al. (2023) durant les travaux sur les plantes contre l'hypertension artérielle à Yaoundé (Cameroun).

Les plantes recommandées dans la prise en charge de l'hypertension artérielle sont à majorité des arbustes (09 espèces). La forte présence des arbustes, s'expliquerait du fait que la province du Mandoul est une zone soudanienne avec le climat de type tropical humide favorable pour le développement des arbustes (César et al., 2019). Les résultats similaires ont été obtenus par Gnagne et al. (2017) en Côte d'Ivoire avec une prédominance des arbustes (35 %) durant les enquêtes sur les plantes utilisées dans le traitement du diabète. De même, Odoh et al. (2024) pendant les études ethnobotaniques sur les plantes antidiabétiques avaient retrouvé une forte proportion des arbustes (45 %).

De par leur origine bioécologique, 05 espèces sont introduites et 17 espèces locales. Cette prédominance des espèces locales dans la préparation des recettes contre l'hypertension artérielle pourrait se justifier du fait que la population locale utiliserait ces espèces depuis des millions d'années et de génération en génération pour traiter diverses pathologies dont la HTA. Des résultats similaires ont été aussi rapportés par Oroma et al. (2025a) pendant les études sur les plantes contre les dermatoses dans la ville de Kyabé au Tchad soulignant la présence significative de 11 espèces locales contre 02 espèces introduites.

Parmi les organes employés pour préparer les recettes antihypertensives, les feuilles sont les parties les plus utilisées. Ces résultats confirment ceux de Mozouloua et al. (2011) qui avaient montré que les feuilles (95,23 %) étaient les parties les plus sollicitées dans la prise en charge

des dermatoses à Bangui (RCA), confortant ainsi Oroma et al. (2025a) à Kyabé où l'usage des feuilles est majoritairement conseillé (55 %) dans la préparation des recettes contre les dermatoses. La forte utilisation des feuilles se justifierait, d'une part, par leur accessibilité et leur cueillette aisée, et d'autre part, par le fait qu'elles sont les premiers organes des végétaux impliqués dans la photosynthèse. En outre, elles servent de stockage des métabolites responsables des propriétés plantes (Salhi et al. 2010 ; Bigendako et al. 1990 ; Bitsindou, 1986). A contrario, Belemnaba et al. (2014) avaient obtenu une très faible prévalence d'utilisation des feuilles (24 %) par rapport aux autres organes pendant les travaux de recherche sur les plantes à potentialités antihypertensives dans la biodiversité du Burkina-Faso.

La forte fréquence d'utilisation de la technique de décoction (78 %) pour préparer les recettes peut être justifiée car la décoction permettrait d'extraire le plus de principes actifs et atténuerait l'effet toxique de certaines recettes (Salhi et al. 2010). Le même constat a été également rapporté par Oroma et al. (2025a) au Tchad où la décoction (69 %) était plus employée lors des travaux ethnobotaniques sur les plantes utilisées contre les dermatoses. Au-delà de la frontière Tchadienne, des résultats similaires ont été signalés par Mignazonzon et al. (2024) au Togo pendant les enquêtes sur les plantes employées contre la HTA, au cours desquelles la décoction (72,7 %) était la technique la plus employée. Les mêmes remarques ont été soulignées en Côte d'Ivoire, par Odoh et al. (2024) lors des études ethnobotaniques sur les plantes antidiabétiques où de la décoction (62 %) était fréquemment utilisée.

Les recettes étaient administrées uniquement par voie orale. L'utilisation de l'unique voie orale pour administrer les remèdes contre la HTA pourrait se justifier, cela semble logique puisque la HTA résulte d'une pression sanguine dans les artères. Il s'agit d'un mal interne à l'organisme qui pourrait être pris en charge par administration des médicaments par la voie orale. La préférence d'administration des remèdes par voie orale a été aussi rapportée par plusieurs auteurs dont Dembélé et al. (2020) au Mali et Togo Mignazonzon et al. (2024) pendant leurs différents travaux sur les plantes utilisées contre l'hypertension artérielle.

### Conclusion

Les investigations ethnobotaniques menées auprès de 45 tradipraticiens de santé de la

province du Mandoul ont permis de recenser 22 espèces végétales réparties en 12 familles

botaniques, dont la famille des Fabaceae était la plus représentée. Les espèces les plus citées étaient *Hyphaene thebaica*, *Moringa oleifera* et *Sclerocarya birrea*. La préparation des recettes était majoritairement à bases des feuilles et elles étaient administrées par la voie orale uniquement sous forme de décocté. Les résultats de la présente étude pourraient servir de base de données pour la pharmacopée. Les études approfondies pourraient être effectuées pour permettre de préparer les médicaments traditionnels améliorés et aussi permettre d'isoler les principes responsables d'activités pharmacologiques.

## Références

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**, 105–21.

Belemnaba L., Nitiema M., Traoré S., Somé N., Traore A., Ouédraogo S., Guissou I.P., 2014, Recherche de plantes à potentialités antihypertensives dans la biodiversité du Burkina Faso. *Revue -CAMES – Série Pharmacopée et Médecine Traditionnelle Africaine*, **17**(1), 33-40.

Belo M., 2021, Rapport final de l'enquête STEPS Togo 2021. Ministère de la Santé, de l'Hygiène Publique et de l'Accès Universel aux Soins. [https://sante.gouv.tg/wp-content/uploads/2024/04/Togo\\_rapport-enquete-STEPS\\_2021\\_VF-10.06-2023-divsmnt\\_clean-FR\\_2.pdf](https://sante.gouv.tg/wp-content/uploads/2024/04/Togo_rapport-enquete-STEPS_2021_VF-10.06-2023-divsmnt_clean-FR_2.pdf) ; Consulté le 29 août 2025.

Bentabet N., Raphal R., Nasour S., 2022, Enquête ethnobotanique et inventaire des plantes médicinales utilisées dans le traitement des maladies dermatologiques dans la ville d'Ain Temouchent. *Journal of Applied Biosciences*, **170**, 17704 -17719.

Bigendako P.M.J., Lejoly J., 1990, La pharmacopée traditionnelle au Burundi. Pesticides et médicaments en santé animale. Presses Universitaires. Namur, 425-442.

Bitsindou M., 1986, Enquête sur la phytothérapie traditionnelle à Kindamba et Odzala (Congo) et analyse de convergence d'usage des plantes médicinales en Afrique centrale. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgique, 482 p.

Camara A.K., Camara M. Kerfalla., Bah T.V., Baldé A.O., Guilao M., Diallo M.S.T., Doumbouya A., Traoré M.S., Baldé E.S., 2025, Enquête ethnomédicale sur *Vernonia djalensis* A. Chev à Dalaba, Guinée, *European Scientific Journal*, **21**(3), 185-200.

César J., Chatelin C., 2019, Flore illustrée du Tchad, Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève en coédition avec l'Université de N'Djaména et la Coopération Suisse au Tchad, 774p, Flore Tchad-publication-CJBG-2019, ISBN 978-2-8277-0212-1.

## Remerciements

Les remerciements vont aux tradipraticiens de santé qui ont accepté de partager leurs connaissances, ainsi qu'aux autorités administratives qui ont facilité le travail sur le terrain.

## Conflits d'intérêts

Les tradipraticiens de santé ne déclarent aucun conflit d'intérêt, ils sont tous d'accord pour apporter leurs contributions à la recherche scientifique en valorisant leurs savoirs dans la prise en charge de l'hypertension artérielle.

Dembélé A., Sissoko L., Togola I., Traoré N., Sidibé L., Diallo D., 2020, Enquête ethnobotanique de trois plantes utilisées dans la prise en charge traditionnelle de l'hypertension artérielle au Mali : *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Piliostigma reticulatum* (DC), Hochst et *Bauhinia rufescens* (L.). *International Journal of Applied Research*, **6**(10), 998–1001.

Dongock D. N., Bonyo A. L., Mapongmestem P. M., Bayegone, E., 2018, Etude ethnobotanique et phytochimique des plantes médicinales utilisées dans le traitement des maladies cardiovasculaires à Moundou (Tchad). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **12**(1), 203–216. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.16>.

Dzudie A., Fourie J.M., Scholtz W., Scarlatescu O., Nel G., Kingue S., 2020, Pascal WHF Cardiovascular Diseases Scorecard project. *Cardiovascular Journal of Africa*, **31**(2), 103-110, Doi : 10.5830/CVJA-2020-015. PMID : 33094797.

Euronews, 2024. Le tueur silencieux : Dans quel pays européen la tension artérielle est la plus élevée et comment peut-on y remédier. [Fr.euronews.com. https://fr.euronews.com/sante/2024/05/15/les-mesures-chinoises-visant-a-reduire-le-temps-decran-pour-les-enfants-donnent-des-result](https://fr.euronews.com/sante/2024/05/15/les-mesures-chinoises-visant-a-reduire-le-temps-decran-pour-les-enfants-donnent-des-result) ; Consulté sur l'internet, le 18/08/2025.

Gbekley E.H., Karou D.S., Gnoula C., Agbodeka K., Anani K., Tchacondo T., Agbonon A., Batawila K., Simporé J., 2015, Étude ethnobotanique des plantes utilisées dans le traitement du diabète dans la médecine traditionnelle de la Région Maritime du Togo. *Pan African Medical Journal*, **20**, 437-452. [Doi: 10.11604/pamj.2015.20.437.5660](https://doi.org/10.11604/pamj.2015.20.437.5660).

Gnagne A. S., Camara D., N'Guessan B. Y. F., Bene K., Guédé N. Z., 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**(1), 11-57.

Goumou K., Haba N.L., Traore M.S., Bah F., et Baldé M.A., 2022, Enquête ethnobotanique sur l'utilisation des plantes médicinales dans le traitement traditionnel des dermatoses en Guinée. *Revue Africaine et Malgache de Recherche Scientifique. Série Pharmacopée et Médecine Traditionnelle Africaine*, **21**(1), 50- 65.



- Houehanou C., Amidou S., Preux P. M., Houinato D., Lacroix P., 2018, Hypertension artérielle (HTA) en Afrique sub-saharienne. *Journal de Médecine Vasculaire*, 43(2): 87, <https://doi.org/10.1016/j.jdmv.2017.12.032>.
- Ilumbe B., Van Damme G.P., Luyeye F.L., Joiris V., Visser M., Lejoly J., 2014. Contribution à l'étude des plantes médicinales dans le traitement des hémorroïdes par les Pygmées Twa et leur voisin Oto de Bikoro en République Démocratique du Congo. *Congo Sciences*, 2(1), 46-54.
- INSEED (Institut National de la Statistique, des Etudes Economiques et Démographiques), 2009, *Deuxième Recensement Général de la Population et de l'Habitat, a été réalisé au Tchad*. 89p.
- Menta I., Ba H.O., Sanogo K.M., 2018, Hypertension (HTA) among young people of 18 to 35 years old in cardiology department of Gabriel Touré university teaching hospital. *World Journal of Cardiovascular Diseases*, 8(1), 11-17.
- Mignazonzon A.Y., Israël S.Y., Soulemane P., Kpoti T.I., Komla A., Koffi K., Amegnnona A., 2024. Enquête ethnobotanique à propos des plantes utilisées dans le traitement de l'hypertension artérielle dans la Région autonome du Grand Lomé. *European Scientific Institute, Preprints*, 32, 461-477, [Doi: 10.19044/esipreprint.8.2024.461p](https://doi.org/10.19044/esipreprint.8.2024.461p). [www.esipreprints.org](http://www.esipreprints.org).
- Mills K.T., Bundy J.D., Kelly T.N., Reed J.E., Keamy P.M., Reynolds K., 2016, Global Disparities of Hypertension Prevalence and Control: A Systematic Analysis of Population-Based Studies From 90 Countries. *Circulation*, 134, 441-450. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATORYAHA.115.018912>. PubMed : 27502908.
- Ministère de l'Environnement et des Ressources Halieutiques., 2009, Direction des Parcs Nationaux, des Réserves de Faune et de la Chasse, République du Tchad, Programme des Nations Unies pour l'Environnement, Fonds pour l'Environnement Mondial, 4<sup>ème</sup> Rapport National sur la Diversité Biologique, 81 p.
- Ministère de la Santé publique du Tchad., 2017, Plan multisectoriel de lutte et de contrôle des maladies non transmissibles 2017-2021. wathinote élection Tchad situation sanitaire. Rapport d'activité, 3p.
- Mozouloua D., Apema A.K.R.b., Nguengue J.P., 2011, Etude préliminaire des plantes médicinales à effets antidermatosiques utilisées en pharmacopée à Bangui. *URSA, Unité de Recherche en Sciences Appliquées au Développement. Rapport d'activité*. 9 p.
- Odoh A.E., Kanga Y.F., Yayal F., Fofié Y., 2024, Enquête ethnobotanique sur les plantes antidiabétiques vendues sur quelques marchés du district autonome d'Abidjan (Côte d'Ivoire). *Revue RAMReS – CAMES – Série Pharmacopée et Médecine Traditionnelle Africaines*, 23(2), 45-57.
- OMS, 2023, Hypertension artérielle. <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>. Consulté sur l'internet le 18/08/2025.
- OMS, 2000, Stratégie de l'OMS pour la Médecine Traditionnelle pour 2002-2005. Genève, 78 p.
- Oroma M. N., Ranebaye D., Boursela D., Mbaidé Y., Nguinambaye M. M., 2025a, Etude ethnobotanique des plantes utilisées dans la prise en charge traditionnelle des dermatoses chez les Sara kaba de Kyabé, au Sud-Est de la province de Moyen Chari (Tchad). *Revue RAMReS -CAMES- Série Pharmacopée et Médecine Traditionnelle Africaine*, 24(1), 17-28.
- Oroma M. N., Toukgui W.Z., Ranebaye D., Boursela D., Mbaidé Y., Nguinambaye M.M., 2025b, Enquête ethnobotanique des plantes antidiabétiques de la Province du Mandoul au Tchad. *Revue RAMReS-CAMES – Série Pharmacopée et Médecine Traditionnelle Africaine*, 24(1), 45-53.
- Salhi S., Fadli M., Zidane L., Douira A., 2010, Études floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc). *Lazarou*, 31, 133-146.
- Tsobou R., Tiokeng B., Neme F. S. B., Mekemzeu F. P., Nzetchou N. S., 2023, Plantes antidiabétiques et anti hypertensives vendues dans les marchés de la ville de Yaoundé, Cameroun. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 55(1), 10067-10110.
- Zhou B., Carrillo L.R.M., Danaei G., Riley L.M., Paciorek C.J., Stevens G.A., 2021, Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1201 population-representative studies with 104 million participants, 398, 957-80. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01330-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01330-1).