

# TABLE DES MATIERES

|   | Pages     |
|---|-----------|
| <b>Résumé .....</b>                                   | <b>3</b>  |
| <b>Liste des tableaux .....</b>                       | <b>4</b>  |
| <b>Liste des figures .....</b>                        | <b>5</b>  |
| <b>Sigles et acronymes.....</b>                       | <b>5</b>  |
| <b>I- Introduction .....</b>                          | <b>7</b>  |
| <b>II- Présentation de la zone d'étude.....</b>       | <b>10</b> |
| 2.1. Situation et population .....                    | 10        |
| 2.2. Relief et hydrographie .....                     | 10        |
| 2.3. Climat .....                                     | 11        |
| 2.4. Localisation de la zone d'étude .....            | 12        |
| <b>III- Synthèse bibliographique .....</b>            | <b>15</b> |
| 3.1. Taxonomie et caractères généraux du Karité ..... | 16        |
| 3.2. Multiplication et fructification.....            | 18        |
| 3.3. Utilisations .....                               | 18        |
| 3.4. Habitat et distribution .....                    | 19        |
| 3.4.1. Habitat .....                                  | 19        |
| 3.4.2. Distribution .....                             | 19        |
| <b>IV- Matériels et méthodes .....</b>                | <b>21</b> |
| 4.1. Matériels.....                                   | 22        |
| 4.2. Méthodologie.....                                | 22        |
| 4.2.1. Etude des Connaissances locales.....           | 22        |
| 4.2.1.1. Collecte des données.....                    | 22        |
| 4.2.1.2. Traitement des données.....                  | 23        |
| 4.2.2. Etude macromorphologique.....                  | 23        |
| 4.2.2.1. Echantillonnage .....                        | 23        |
| 4.2.2.2. Descripteurs .....                           | 25        |
| 4.2.2.2.1. Descripteurs foliaires.....                | 25        |
| 4.2.2.2.2. Descripteurs des fruits .....              | 26        |
| 4.2.2.2.3. Descripteurs des graines.....              | 26        |
| <b>V- Résultats et discussions .....</b>              | <b>27</b> |
| 5.1. Connaissances locales .....                      | 28        |
| 5.1.1- Résultats des enquêtes.....                    | 28        |
| 5.1.2- Conclusion .....                               | 30        |
| 5.2- Caractères macromorphologiques.....              | 31        |
| 5.2.1- Caractères qualitatifs.....                    | 31        |
| 5.2.1.1- Feuilles.....                                | 31        |
| 5.2.1.2- Fruits .....                                 | 32        |
| 5.2.1.3- Graines .....                                | 33        |
| 5.2.2- Caractères quantitatifs .....                  | 33        |
| 5.2.2.1- Feuilles .....                               | 33        |
| 5.2.2.2- Fruits .....                                 | 37        |
| 5.2.2.3- Graines .....                                | 40        |
| 5.2.3- Conclusion .....                               | 40        |
| <b>VI- Conclusions générales et perspectives.....</b> | <b>44</b> |
| <b>Références bibliographiques .....</b>              | <b>47</b> |
| <b>Annexes.....</b>                                   | <b>51</b> |

## RESUME

La caractérisation macromorphologique du *Vitellaria paradoxa* subsp. *paradoxa* (C.F. Gaertn a été réalisée au Tchad, un pays situé au cœur de l'Afrique, entre le 7° et le 24° parallèle de latitude Nord et entre le 13° et le 24° méridien de longitude Est.

Cette étude s'est réalisée dans le Mandoul et se propose de caractériser les morphotypes du *Vitellaria paradoxa* subsp. *paradoxa*. Le Mandoul, localité située entre le 8°//30' et le 9°//35' est une des zones de forte production de karité au Tchad. Pour atteindre cet objectif, nous avons collecté les données par des enquêtes et des mesures directes. Le matériel biologique de base est constitué des feuilles, des fruits matures et des graines qui ont été choisis selon un échantillonnage aléatoire.

Nos résultats confirment qu'il existe effectivement six (6) morphotypes de karité au Tchad. L'analyse de la variance au seuil de 5% a permis de montrer que :

- la longueur, la largeur du limbe et la longueur du pétiole ne présente pas de différences significatives ;
- la longueur et la largeur des fruits des différents taxa (ou morphotypes) présentent des différences significatives.

Aussi, les résultats montrent que pour identifier ces morphotypes, les caractères macromorphologiques des fruits (taille et la forme de leur base) sont les meilleurs descripteurs comparativement aux descripteurs foliaires. Toutefois avant la fructification, on peut distinguer un des six (6) morphotypes par ses petites feuilles.

Ces résultats confirment bien les appellations locales des ruraux qui ont des significations basées sur la forme des fruits.

**MOTS CLÉS:** *Vitellaria paradoxa*, caractérisation macromorphologique, descripteurs, morphotype (taxon).

## **LISTE DES TABLEAUX**

**Tableau I** : Noms locaux, signification et description des morphotypes de karité au Tchad.

**Tableau II** : Calendrier de récolte des fruits de karité selon les ruraux de la zone d'étude.

**Tableau III** : Caractères qualitatifs des feuilles adultes des taxa étudiés.

**Tableau IV** : Caractères qualitatifs des fruits matures des taxa étudiés.

**Tableau V** : Caractères qualitatifs des graines des taxa étudiés.

**Tableau VI** : Caractères quantitatifs des feuilles adultes des taxa étudiés.

**Tableau VII** : Longueurs de limbe des taxa étudiés.

**Tableau VIII** : Largeurs de limbe des taxa étudiés.

**Tableau IX** : Longueurs de pétiole des taxa étudiés.

**Tableau X** : ANOVA longueur, largeur limbe et longueur pétiole des taxa étudiés.

**Tableau XI** : Caractères quantitatifs des fruits des taxa étudiés.

**Tableau XII** : Longueurs des fruits des taxa étudiés.

**Tableau XIII** : ANOVA longueur des fruits des taxa étudiés.

**Tableau XIV** : Largeurs des fruits des taxa étudiés.

**Tableau XV** : ANOVA largeur des fruits des taxa étudiés.

**Tableau XVI** : Caractères quantitatifs des graines des taxa étudiés.

**Tableau XVII** : Principaux caractères macromorphologiques des taxa étudiés.

## **LISTE DES FIGURES**

**Figure 1** : Carte administrative de la République du Tchad (localisation de la région du Mandoul).

**Figure 2** : Localisation zone d'étude ; village de KEMKIAN dans la région du Mandoul.

**Figure 3** : Taxonomie au sein des Sapotaceae, selon Pennington, (1991).

**Figure 4** : Aire de distribution du Karité en Afrique.

**Figure 5** : Pesé des fruits et des graines.

**Figure 6** : Exemple des mesures des dimensions de feuilles du « taxon A » localement appelé « Bogrombaye ».

## **SIGLES ET ACRONYMES**

**CEPAGE** : Cabinet d'Etudes Prospectives en Agronomie et Gestion de l'Environnement.

**CIRAD** : Centre International de Recherche Agronomique pour le Développement.

**ONDR** : Office National pour le Développement Agricole.

**AGRHYMET** : Centre Régional de formation et d'application en agro météorologie et hydrologie opérationnelle (Niger).

**ANOVA** : Analyse de la variance.

**DPF/INERA** : Département des Productions Forestières/Institut de l'Environnement et des Recherche Agricoles (Burkina Faso).

**FAO** : Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation.

**IPGRI**: Institut International des Ressources Phytogénétiques (ex-IBPGR).

**BCR** : Bureau Central de Recensement.

**UICN** : Union Internationale pour la Conservation de la Nature.

**IRD** : Institut de Recherche pour le Développement.

**JRD** : Clubs des Jeunes pour la Recherche et le Développement.

# **I – INTRODUCTION**

## I- Introduction

En Afrique, les forêts couvrent une superficie de 520 millions d'hectares (FAO, 1997) et constituent un immense réservoir de biodiversité. Elles jouent un rôle fondamental dans la satisfaction de nombreux besoins de base des communautés locales (IPGRI, 1999). Parmi tous les produits forestiers, le bois de chauffe demeure le combustible domestique le plus communément utilisé en Afrique (Zech, 1984).

Dans la région soudanienne, le beurre extrait de l'espèce *Vitellaria paradoxa* appelé beurre de karité génère non seulement des revenus importants aux ménages de la région mais aussi entre dans la préparation de la nourriture de la population.

Depuis quelques années, le beurre de karité se trouve promu au rang des cultures d'exportation. En effet, l'Union Européenne a autorisé l'incorporation des huiles végétales (et notamment le beurre de karité) comme substitut au beurre de cacao dans les chocolats. La proportion de la substitution atteint même déjà 8% voire 15% parce que les huiles de substitution reviennent de 10 à 40% moins cher (Kapseu *et al.*, 2001). Les industries cosmétiques et pharmaceutiques sollicitent également de plus en plus le beurre de karité.

L'espèce *Vitellaria paradoxa* renferme deux (2) sous-espèces. Il s'agit du *Vitellaria paradoxa* subsp. *paradoxa*, endémique de l'Afrique de l'Ouest à l'Afrique Centrale et du *Vitellaria paradoxa* subsp. *nilotica*, endémique de l'Afrique de l'Est.

Au Tchad, la région du Mandoul se singularise par l'importance de son parc arboré de karité. En effet, deux problèmes majeurs compromettent la productivité et la diversité biologique de cette ressource : le vieillissement des essences et la cueillette précoce par abattage. Le rendement des arbres se réduit au fil des ans sous l'effet conjugué de ces deux phénomènes.

Les femmes transformatrices du beurre de karité de cette région sont encadrées par certains organismes d'appui. Ces femmes ont identifié le *Vitellaria paradoxa* comme une espèce à domestiquer à cause de ses multiples usages, mais surtout parce qu'elle est surexploitée donc menacée de disparition dans la plupart des terroirs villageois. Or le karité n'a encore jamais fait l'objet d'une culture organisée à proprement dit du fait notamment du nombre d'années qui lui sont nécessaires avant de produire le moindre fruit. Il faut signaler que la pleine maturité de l'arbre et donc la production maximale n'est atteinte qu'à compter de sa vingt-cinquième année environ.

Des études menées au sud du Tchad confirment le danger de menace de disparition du *Vitellaria paradoxa* (Kaba et Djekota, 2003).

La disparition d'une espèce peut avoir comme conséquence la perte de diversité génétique, la perturbation et la perte d'habitats et d'écosystèmes, et peut influencer négativement la relation entre l'homme et la plante (Bawa, 1997).

Pour prévenir des menaces de disparition de la diversité génétique d'espèces ou des écosystèmes à cause du prélèvement anarchique, le Tchad a signé plusieurs conventions internationales dont celles de la protection de la biodiversité, la lutte contre la désertification, les changements climatiques. Dans ce contexte, au Tchad, le *Vitellaria paradoxa* fait partie des espèces intégralement protégées selon les textes du service forestier.

Cette étude est entreprise pour la caractérisation de la variabilité morphologique du *Vitellaria paradoxa* subsp. *paradoxa*. Il s'agit spécifiquement de :

- recueillir les connaissances des villageois sur les différentes caractéristiques macromorphologiques (forme des fruits, description et goût des fruits) à partir desquelles ont découlé le sens de l'appellation locale des différents taxa dans la zone d'étude. En d'autres termes s'inspirer des expériences des ruraux qui ont déjà fait cette distinction macromorphologique en se servant des connaissances ethnobotaniques, de la variabilité morphologique, organoleptique et phénologique de l'espèce ;
- identifier les caractères macromorphologiques discriminants des différents taxa ;
- comparer les caractères discriminants utilisés par les populations et ceux identifiés par cette étude.

Ce travail devrait permettre de mieux décrire les différents taxa de *Vitellaria paradoxa* subsp. *paradoxa* à l'aide des caractères macromorphologiques observables. Les données scientifiques produites pourraient être utilisées par les programmes de sélection et d'amélioration génétique pour la domestication des formes les plus performantes.

Ce mémoire est structuré comme suit :

- la première partie est consacrée à la présentation de la zone d'étude ;
- la deuxième partie est la synthèse bibliographique ;
- la troisième partie concerne la présentation de la zone d'étude ;
- la quatrième partie présente les résultats et discussions ;
- la cinquième partie présente les conclusions et les perspectives.

## **II – PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE**



## **II- Présentation de la zone d'étude**

### **2.1- Situation et population du Tchad**

La République du Tchad est située au cœur de l'Afrique, entre le 7<sup>e</sup> et le 24<sup>e</sup> parallèle de latitude Nord et entre le 13<sup>e</sup> et le 24<sup>e</sup> méridien de longitude Est. Sa superficie est de 1 284 000 km<sup>2</sup> dont 482 000 km<sup>2</sup> à vocation agricole (soit 38% de la surface totale). Elle s'étend du Nord au Sud sur 1 900 km et de l'Est à l'Ouest sur 900 km. Elle a des frontières communes avec la Libye au Nord, le Niger, le Nigeria, le Cameroun à l'Ouest, le Soudan à l'Est et la République Centrafricaine au Sud.

Au dernier recensement général de la population (avril 1993), le Tchad comptait 6 360 000 habitants. En 1998, la population totale était estimée à 7,1 millions d'habitants. La population rurale représente 80% de la population totale, bien que les effets conjugués de la guerre civile et de la sécheresse aient provoqué une émigration massive vers les centres urbains dans les années 80. Le taux d'accroissement démographique évolue entre 2,4% et 2,6% ces dernières années (BCR, 1993).

### **2.2- Relief et hydrographie du Tchad**

#### **2.2.1- Relief**

Le relief général fait penser à une demi cuvette dont le fond serait occupé par le Lac Tchad, exutoire des bassins versants (plaines d'inondation) des fleuves Chari et Logone. Il est composé de deux grands ensembles géographiques :

#### **- Les plaines**

Elles constituent la majeure partie du pays et sont réparties dans deux régions naturelles différentes : une région de savane et une région désertique. La dépression située au Sud-Ouest de Faya-Largeau représentant le point le plus bas du pays, est à environ 120 m au dessous du niveau du Lac Tchad.

#### **- Les massifs montagneux**

Ils sont beaucoup plus importants au Nord et à l'Est. En effet, le Tchad comporte trois massifs montagneux : le massif du Ouaddaï à l'Est, à la frontière du Soudan, dont les altitudes varient entre 500 et 1 000 m, le massif central (région du Guéra) culminant à 1 600 m et le massif du Tibesti au Nord dont plusieurs sommets dépassent 3 000 m d'altitude et l'Emi-koussi qui culmine à 3 415 m.

A cela, s'ajoutent les Monts de Lam, affleurements de faibles importances culminant à l'extrême Sud du pays formant le batholite de Pala. Plus au Sud à la frontière avec la République Centrafricaine, les Monts de Mbaïbokoum.

### **2.2.2- Hydrographie**

Le réseau hydrographique est constitué des lacs et fleuves. Le territoire du Tchad occupe la partie Est du Bassin du Lac Tchad qui couvre quelques 2 400 000 km<sup>2</sup>. Le Lac Tchad constitue le plan d'eau libre le plus vaste du Tchad. Il s'agit d'une dépression, dont la profondeur moyenne oscille entre 4 et 7 m, la superficie avoisine 20 000 km<sup>2</sup> en période de précipitations moyennes. Son volume est estimé à 35 milliards de m<sup>3</sup> en niveau moyen.

Les fleuves Chari et de son affluent le Logone jettent en année moyenne quelques 40 milliards de m<sup>3</sup> d'eau. Ces derniers constituent l'essentiel du réseau fluvial du Tchad et sont longs respectivement de 1 200 et 970 km. La rivière la plus importante est le Batha qui se jette dans le Lac Fitri.

### **2.3- Climat du Tchad**

Le Bassin du Lac Tchad se trouve en grande partie sous l'influence du balancement saisonnier de la convergence intertropicale, d'où l'existence d'un rythme climatique très simple à une saison sèche centrée sur l'hiver, s'oppose une saison des pluies estivale (Dubief, 1953).

La pluviosité et la durée de la saison humide diminuent progressivement, du Sud vers le Nord jusqu'aux régions désertiques. Les précipitations qui les accompagnent sont souvent dépourvues de caractères orageux et peuvent s'étaler sur plusieurs jours. Il arrive parfois de constater des perturbations d'origines tropicales qui peuvent se produire en toute saison surtout dans la moitié occidentale du Sahara (Dubief, 1953).

Selon la même source, pendant la saison sèche et avec le retrait vers le Sud de la convergence inter tropicale, le bassin du Tchad se trouve balayé en surface par des vents secs (harmattan) de direction Nord-Est à Sud-Ouest dominante. La nébulosité est alors pratiquement nulle, mais l'atmosphère est parfois obscurcie par des fines particules en suspension (brumes sèches). Les zones éco climatiques sont les suivantes :

- au Nord, la zone saharienne, caractérisée par une pluviométrie annuelle de moins de 350 mm. L'élevage représente l'activité dominante, l'agriculture est localisée autour des oasis ;
- au Centre, la zone sahélo saharienne et la zone sahélienne reçoivent entre 350 et 600 mm de

pluies du Nord au Sud. Elles sont essentiellement cultivées en céréales. Les troupeaux transhumants (axe Nord-Sud) fréquentent ces zones en début de saison sèche ;

- au Sud, la zone soudanienne et la zone soudano guinéenne bénéficient d'une pluviométrie annuelle de 600 à 1 000 mm du Nord au Sud. Ce sont les régions les plus agricoles du Tchad. La végétation est ainsi concentrée dans le Sud du pays, notamment en fin de saison sèche.

Dans l'ensemble, selon l'O.N.D.R, les sols sont de qualité agricole satisfaisante mais restent fragiles, manifestant des baisses de potentialité rapides, surtout dans les régions fortement peuplées où des phénomènes d'érosion parfois avancés peuvent être constatés.

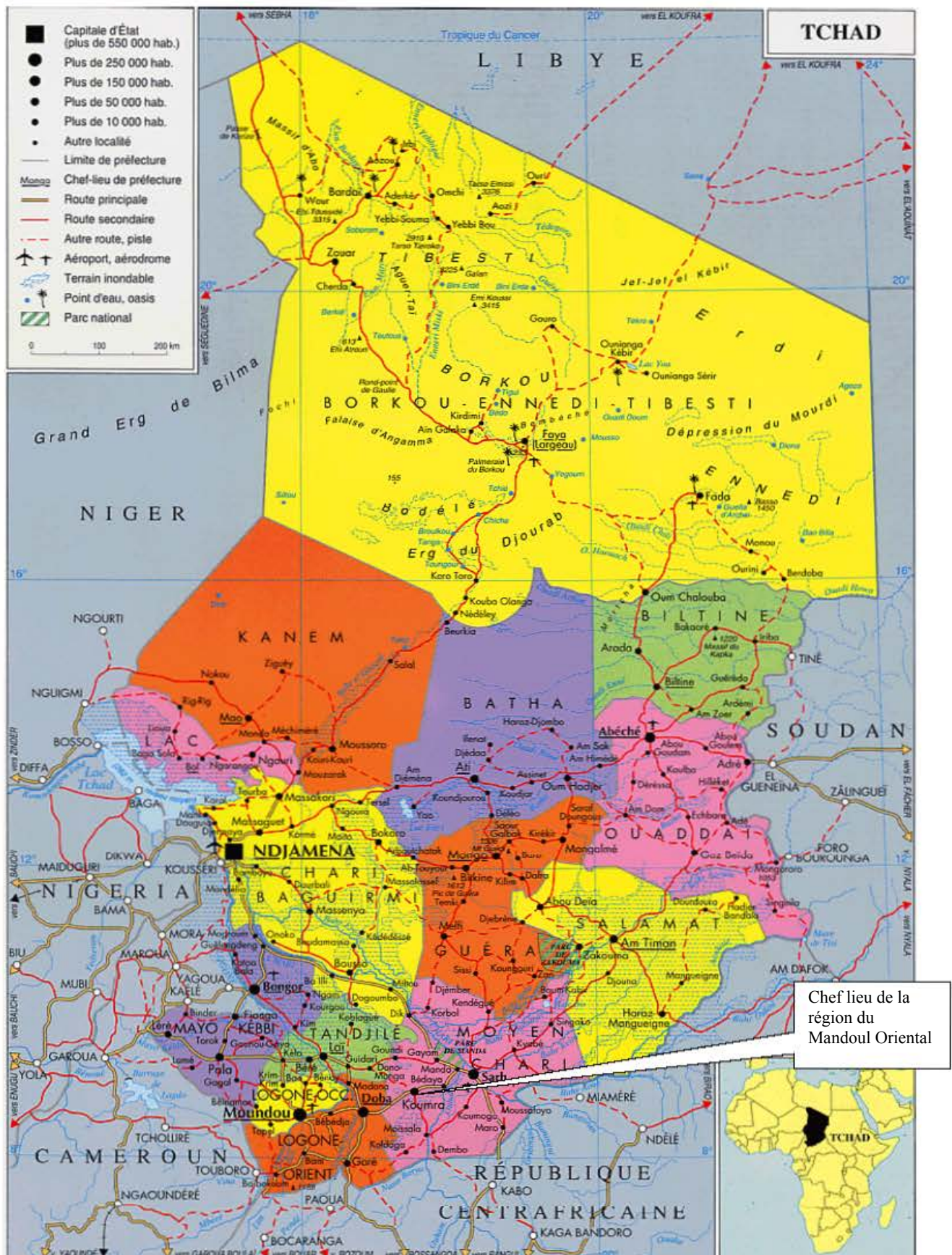
## **2.4- Localisation de la zone d'étude**

Nos travaux sont menés dans la région du Mandoul située au Sud du Tchad (fig.1). Cette région est soumise à un climat tropical de type soudanien caractérisé par l'alternance d'une saison de pluie et d'une saison sèche de durée plus ou moins égale. La plupart des types de sols sont exondés et présentent un profil sableux en surface généralement peu compacte. Ils sont très perméables. La formation végétale typique est la savane boisée. Les pluies annuelles sont comprises entre 1 050 et 1 150 mm par an.

Administrativement, la région du Mandoul est divisée en trois départements à savoir le Mandoul occidental, le Mandoul oriental et le Barh-sara situé au Sud. Chaque département est subdivisé en plusieurs sous-préfectures :

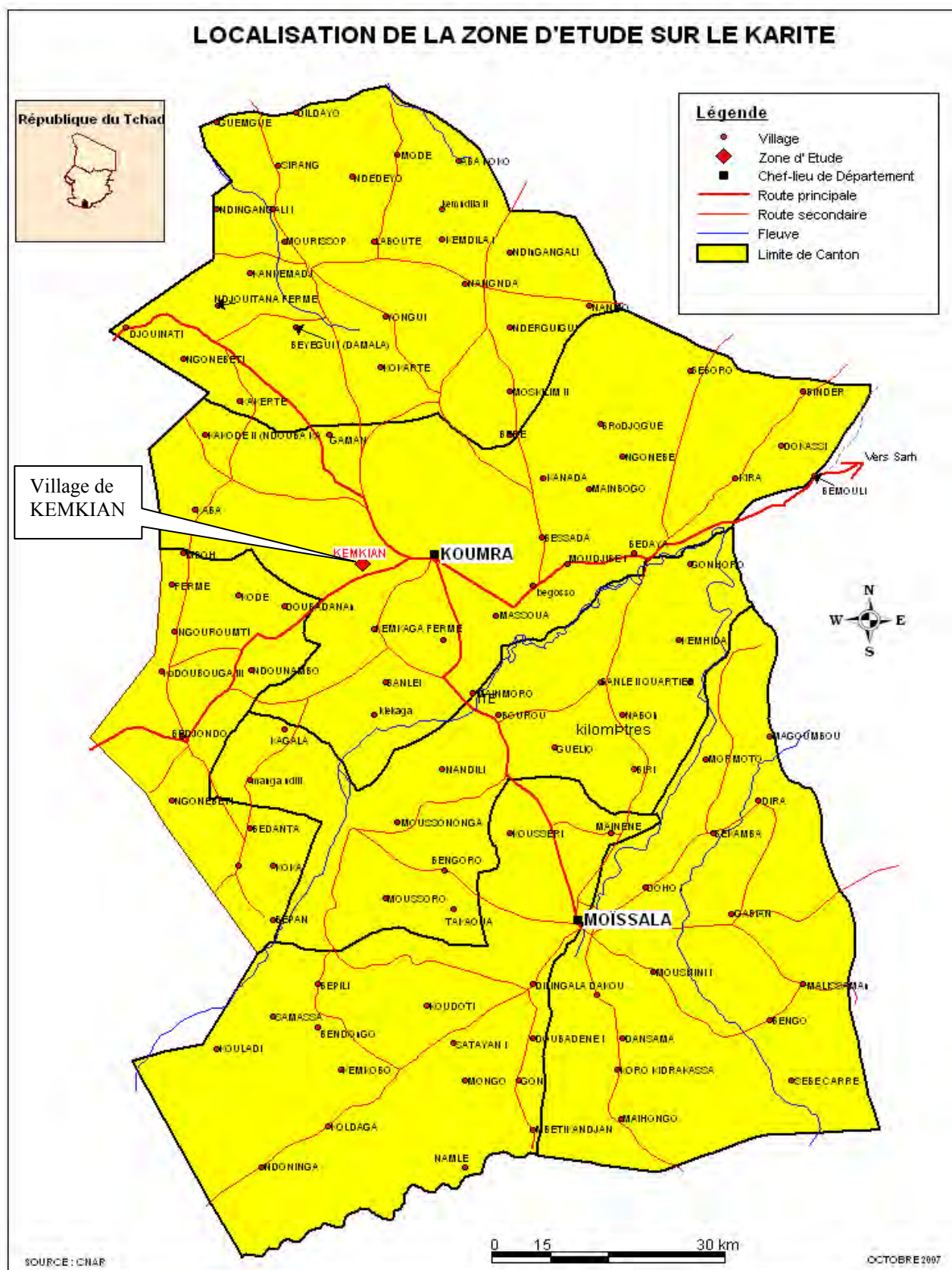
- le Mandoul occidental ayant pour chef lieu Bédjondo couvre trois sous-préfectures : Bédjondo, Bébopen et Békamba ;
- le Mandoul oriental ayant pour chef lieu Koumra couvre cinq sous-préfectures : Koumra, Bessada, Bédaya, Goundi et Ngangara ;
- le Barh-sara ayant pour chef lieu Moïssala couvre trois sous-préfectures : Moïssala, Bouna et Dembo.

Le matériel végétal que nous avons utilisé au cours de nos travaux a été prélevé dans le terroir villageois de KEMKIAN (fig. 2). Ce village est localisé dans la sous-préfecture de Koumra qui est située entre le 9°/35' et 8°/30' et couvre une superficie de 6 886 100 ha. Sa population, d'après les différents recensements est de 203 753 habitants en 1968 et de 364 802 habitants en 1993 (BCR, 1993).



**Figure 1:** Carte administrative de la République du Tchad, localisation de la région du Mandoul.





**Figure 2:** Localisation de la zone d'étude : Village de KEMKIAN dans la région du Mandoul oriental au Sud du Tchad.

# **III – SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

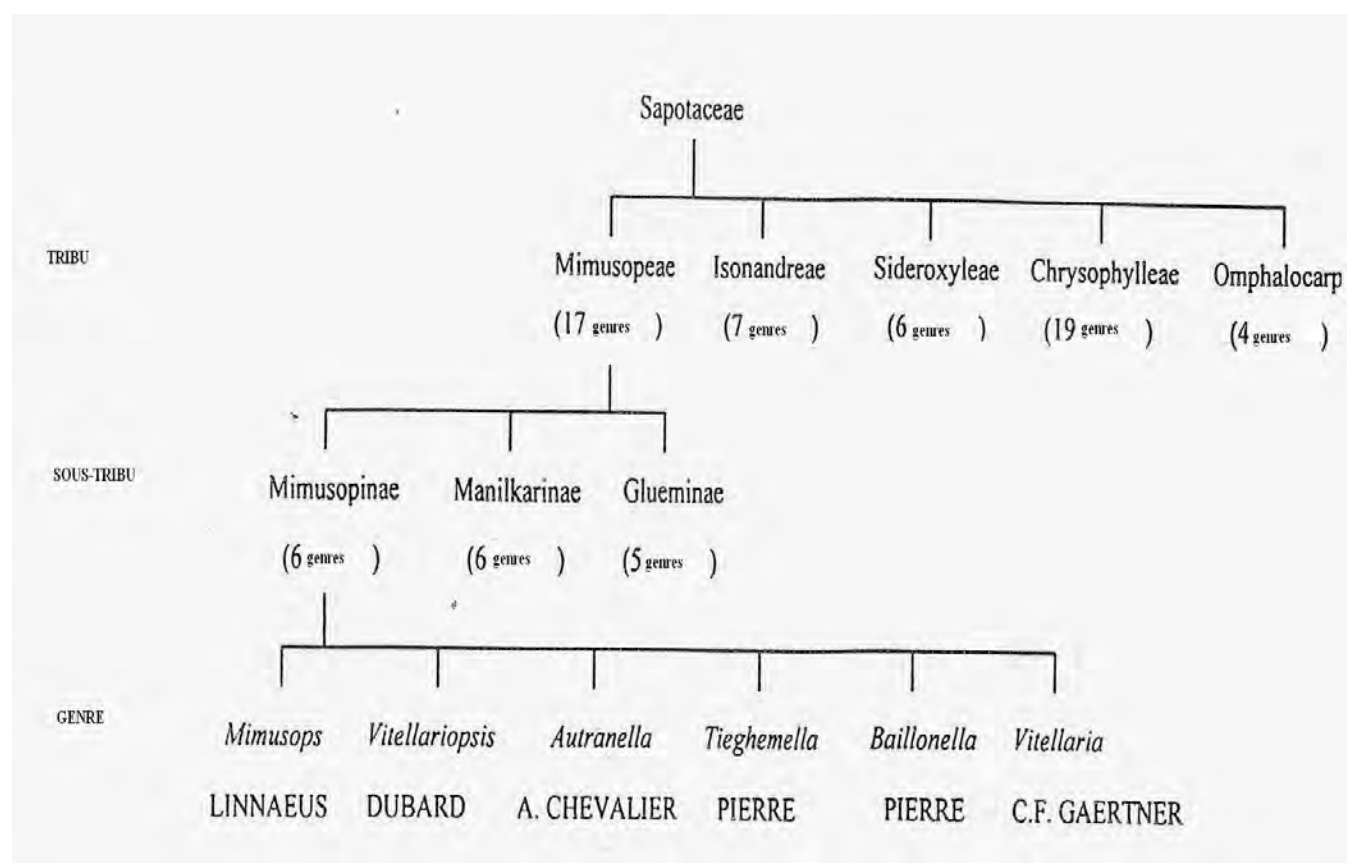
### III- Synthèse bibliographique

#### 3.1- Taxonomie et caractères généraux du Karité

##### 3.1.1- Taxonomie

Selon Cronquist (1981), Le Karité appartient à la famille des Sapotaceae ; à l'ordre des Ebenales, à la classe des Magnoliopsida, à la division des Magnoliophyta, au règne des Plantae. La classification des Sapotaceae est complexe en raison de ces nombreuses subdivisions. Pennington (1991) a proposé une classification de cette famille (fig. 3) en cinq (5) tribus dont celle des Mimosopeae qui compte dix sept (17) genres réparties en trois (3) sous tribus : les Mimosopinae six (6) genres, les Manilkarinae six (6) genres et les Glueminae (5) genres. Le genre *Vitellaria* apparaît dans les Mimosopinae.

Suite à des séries de travaux d'examen de la nomenclature botanique, l'espèce *Vitellaria paradoxa* a été scindé en deux (2) sous-espèces à savoir le *V. paradoxa* subsp. *paradoxa* et le *V. paradoxa* subsp. *nilotica*.



**Figure 3:** Taxonomie au sein des Sapotaceae, selon Pennington (1991). Modifiée.

**Source :** *Vitellaria paradoxa* a monograph. Hall *et al.*, (1996).

### 3.1.2- Caractères généraux du Karité

Le karité (*Vitellaria paradoxa* anciennement appelé *Butyrospermum paradoxum*) est un arbre de la famille des Sapotaceae qui pousse à l'état sauvage en Afrique. L'arbre mesure entre dix et quinze mètres de haut (rarement jusqu'à 25 m), et possède un fût court (trois mètres environ) d'un diamètre pouvant aller jusqu'à un mètre.

Sa croissance est d'une lenteur légendaire : on estime qu'il lui faut plus de 150 ans pour atteindre un diamètre à hauteur de poitrine de 70 cm.

Sa durée de vie est estimée à 200 ou 300 ans. Son système racinaire étant très tortueux, le prévient l'érosion et favorise l'association avec d'autres cultures.

C'est un arbre trapu avec une cime sphérique ou hémisphérique, une écorce particulièrement épaisse (environ 4 cm), ligneuse et profondément crevassée en plaques rectangulaires lui confère une bonne résistance au feu.

Les branches puissantes sont recouvertes d'une écorce épaisse et grise. Sous l'écorce, les tissus sont rouges et un latex blanc s'écoule à la moindre blessure. En saison sèche, l'arbre est particulier en ceci qu'il renouvelle son feuillage au fur et à mesure de la chute des feuilles.

Les feuilles sont alternes, rassemblées à l'extrémité des branches, coriaces, étroitement oblongues, de 12 à 25 (- 28) x 4 à 9 (- 11) cm, à bord ondulé, à sommet en coin, arrondi ou échancré, à base arrondie ou en coin. Les jeunes feuilles sont souvent rougeâtres et plus ou moins pubescentes. Le pétiole est glabre ou pubescent de 3,5 à 10 (-12) cm de long. La nervation est pennée, à 20 à 40 paires de nervures secondaires plus ou moins saillantes selon les arbres (Arbonnier, 2000).

Les fleurs apparaissent immédiatement après la chute des feuilles et la floraison peut s'étaler sur 4 à 8 semaines.

L'inflorescence est une ombelle compacte de 20 à 40 fleurs disposées à l'extrémité des rameaux

Elles sont blanc crème, longuement pédicellée (22 à 25 mm de long), à calice pubescent ferrugineux à 8 lobes imbriqués, odorantes (Arbonnier, 2000).

Le fruit du Karité est une grosse drupe ovoïde, glabre ou pubescente, de 4 à 5 cm de longueur sur 4 cm de diamètre transversal, disposé au bout d'un pédicelle (1,5 à 3 cm de long),



portant le reste du style au sommet et les restes du calice à la base, vert jaune à maturité. Il atteint sa pleine maturité en 4 à 5 mois. Le fruit contient généralement une graine, de 2,5 à 4,5 cm de long noyée dans une pulpe charnue et sucrée, d'un poids moyen de 10 g. La graine est protégée par une coquille très fine brune et luisante (facile à briser), marquée d'une grande cicatrice beige, mate et elliptique, occupant la hauteur et un tiers de la largeur de la graine.

Le séchage de la graine (noix) longue de 2,5 à 4,5 cm lui fait perdre approximativement 40% de son poids frais. Sèche, elle ne va alors plus peser que 6 g en moyenne, avec une humidité résiduelle de l'amande voisine de 7%. Les deux cotylédons de l'amande remplissent la totalité de la coque (Chevallier, 1943).

### **3.2- Multiplication et fructification**

Le karité pousse naturellement et sa dissémination est généralement assurée par les chauves-souris, les oiseaux et certains rongeurs. Jusqu'à l'avènement de la colonisation occidentale l'homme n'a pas agi sur la pérennité de l'arbre.

La fructification est tardive dans les parcs agro forestiers (champs de culture), où les arbres bénéficient en principe d'une meilleure protection contre les feux de brousse, elle peut intervenir entre 15 et 20 ans, alors qu'en brousse, elle ne débute qu'entre 30 et 50 ans (Arbonnier, 2000).

### **3.3- Utilisations**

Le Karité est une espèce dont le rôle économique est considérable dans certaines régions, en raison du beurre extrait des amandes fermentées (beurre de karité). Ce beurre est souvent commercialisé en boule ou en pain dans les marchés. Pour cette raison, l'arbre est généralement protégé.

La pulpe du fruit, épaisse de 4 à 8 mm, au goût sucré et très parfumé, est comestible, mais d'un goût inégalement agréable selon les arbres.

Le beurre de karité émollient et cicatrisant est fréquemment utilisé dans la fabrication des pommades et les cuisines traditionnelles.

Les racines sont utilisées pour les soins de la gastrite, le cancer du foie, la stérilité féminine.

L'écorce soigne la dysenterie, l'hémorroïde, la bilharziose, la toux.

Les feuilles soignent l'ictère, les nausées, la diarrhée, la constipation, la céphalée, la fièvre, la conjonctivite et trachome, la convulsion.

Les graines sont des antivenimeux. Elles soignent la diarrhée et sont employées également dans la magie (Arbonnier, 2000).

Dans la plupart des terroirs villageois, le Karité est considéré comme sacré et à ce titre, les autochtones ne conçoivent ni de le couper, ni de le détruire de quelque manière que ce soit.

L'espèce est sur la liste des espèces menacées de l'UICN principalement en raison des feux de brousse d'origine humaine qui peuvent constituer un sérieux menace pour l'espèce. Plusieurs noms vernaculaires sont attribués à *Vitellaria* du Sénégal en Ouganda.

### **3.4- Habitat et distribution**

#### **3.4.1- Habitat**

En Afrique, l'aire du karité couvre donc environ 1 million de km<sup>2</sup> (Bonkougou, 1987) et elle est entièrement comprise dans la région occupée par les savanes et les forêts sèches soudanienne ; nulle part elle n'approche des côtes. Les pays où se situent les peuplements les plus denses sont le Mali, le Burkina Faso, le Bénin, le Togo, le Nigéria. La densité des peuplements naturels varie en général entre 10 à 20 pieds à l'hectare, et peut atteindre dans certaines zones 40 à 50 individus.

Le karité est l'arbre typique des forêts sèches claires et des savanes arborées de la zone soudanienne ayant une saison sèche très marquée (5 à 8 mois) et une pluviosité entre 500 et 1 200 mm par an. Il s'agit d'une essence non cultivée, mais protégée et favorisée par les populations de la zone soudanienne dans la mesure où elle présente un double intérêt socio-économique et écologique.

C'est la seule Sapotaceae que l'on retrouve fréquemment sur sol sec ; elle se développe préférentiellement sur sol sablo-argileux ou sablo-silicieux ainsi que sur les latérites détritiques, évitant les terrains sablonneux ou argileux, de même que les zones régulièrement inondées et les bas-fonds. En revanche, sur les terrains latéritiques ou pierreux, les karités restent chétifs et improductifs (Aubreville, 1950).

### 3.4.2. Distribution

Le Karité (*Vitellaria paradoxa*, synonyme. *Butyrospermum parkii* ou *B. paradoxum*) est un arbre qui se rencontre surtout en Afrique (figure 4), allant du Sénégal à la frontière Soudano éthiopienne.

Son aire de répartition est assez vaste. Il occupe une bande d'environ 5 000 km de longueur qui s'étend du Sénégal oriental (16° de longitude ouest) jusqu'au Nord-ouest de l'Ouganda (34° de longitude est). La largeur de cette bande varie de 400 à 750 km (Bonkoungou, 1987).



**Figure 4** : Aire de distribution du Karité en Afrique.

**Source** : Internet, site : Howtopédia.

# **IV – MATÉRIELS ET MÉTHODES**

## **IV- Matériels et méthodes**

### **4.1- Matériels**

Le matériel végétal que nous avons utilisé est constitué de feuilles, fruits et des graines récoltés dans le terroir villageois de KEMKIAN dans la région du Mandoul au Sud du Tchad.

Sur le terrain, nous avons utilisé un appareil photo, des sachets en plastique, une glacière.

Au laboratoire nous avons utilisé une règle graduée, de papier millimétré, une ficelle, une lame tranchante, une loupe et un ordinateur.

### **4.2- Méthodologie**

#### **4.2.1- Etude des connaissances locales**

##### **4.2.1.1- Collecte des données**

Suite à des séries de travaux d'examen de la nomenclature botanique, les deux (2) sous-espèces de *Vitellaria paradoxa* à savoir le *V. paradoxa* subsp. *paradoxa* et le *V. paradoxa* subsp. *nilotica*. Cependant le polymorphisme des fruits et la perception des ruraux à travers la signification de leur appellation des différents morphotypes au sein de la sous-espèce *V. paradoxa* subsp. *paradoxa* laissent entrevoir une masse critique d'information botanique.

Sur la base de précédentes études (CEPAGE, 1999 ; Kaba et Djekota, 2003), la population du terroir villageois de KEMKIAN a été ciblée en raison de leur connaissance sur la diversité morphologique du Karité et de sa forte densité en peuplement de Karité. Le nom du village KEMKIAN signifie en français « village situé au sein du peuplement de Karité ». Un guide pour l'identification des taxa dans le parc à Karité nous avait été désigné par le chef du village. La phase de collecte des échantillons des feuilles et fruits a été suivie des interviews. Nous avons tiré de façon aléatoire un échantillon de 40 ruraux qui ont bien voulu se prêter à nos questions.

Le principal matériel végétal servant de support à notre enquête était un lot d'échantillon constitué des fruits des différents taxa qui ont été collectés avec l'aide de notre guide (voir photo des fruits des différents taxa Annexe I).

Pour ce qui concerne l'identification des différents morphotypes nous avons principalement eu recours à deux méthodes: les interviews semi structurés basées sur des questions préalablement définies et les conversations occasionnelles qui permettent à la fois d'estimer les connaissances et solliciter les réponses (Martin, 1995).

L'enquête est essentiellement axée sur les questions relatives à la connaissance par les ruraux des types morphologiques, des noms locaux, des fruits et de leur goût et des caractères discriminants utilisés pour l'identification des types morphologiques (voir Annexe II).

#### **4.2.1.2- Traitement des données**

Le niveau de la connaissance des ruraux relative à chaque taxon a été estimé par le rapport entre le nombre de personne reconnaissant le fruit du taxon présenté et le nombre total de personnes interrogées.

Le goût de chaque taxon (appréciation dégustation) a été estimé par le rapport entre le nombre de personnes ayant grignoté le fruit du taxon et le nombre total de personne qui la connaisse selon l'appellation locale.

La confirmation de l'appellation locale de chaque taxon s'est effectuée en présence de plusieurs ruraux résidents dans la zone d'étude pour s'assurer qu'ils soient unanimes sur l'appellation du taxon.

Pour ce qui concerne la détermination du taxon la plus appréciée soit pour sa pulpe, soit pour sa forte production en beurre, les préférences locales ont été évaluées par la méthode de la liste ouverte 'free-listing'. Elle s'est axée sur le principe que les taxa les plus appréciés par plusieurs dégustateurs obtiennent ainsi un rang élevé (Cotton, 1996).

#### **4.2.2- Etude macromorphologique**

Les organes retenus pour cette étude sont les feuilles, les fruits et les graines.

##### **4.2.2.1- Echantillonnage**

La collecte des échantillons de feuilles et de fruits de Karité a eu lieu dans la région du Mandoul, précisément dans le terroir du village KEMKIAN à partir des précédentes études faisant mention des régions de forte production de karité au Tchad (CEPAGE, 1999 ; Kaba et Djekota, 2003). Dans le parc à Karité de KEMKIAN, nous avons choisi de façon aléatoire trois (3) sites.

Selon Mariott (1990), une population désigne l'ensemble de tous les individus ou entités à partir desquels l'échantillonnage est conçu. Doligez (1996) rapporte qu'une population est, soit l'ensemble des arbres d'une même espèce situés sur une surface donnée, soit un groupe d'arbres de la même espèce géographiquement isolé des autres arbres de la même espèce.

Le prélèvement des échantillons s'est fait sur cinq (5) arbres par taxon et par site ; soit au total un échantillon de 90 arbres sur l'ensemble des populations de karité de KEMKIAN : (5 arbres x 6 taxa x 3 sites = 90 arbres).

Nous avons préparé 3 sachets en plastique pour chaque morphotype dans lesquels sont mis en compartiments leurs feuilles et fruits. Les échantillons ainsi prélevés ont été conservés dans une glacière. Le moyen de transport était un véhicule Pick-Up 4x4.

Les échantillons des feuilles sont constitués de 45 feuilles fraîches, adultes et non parasitées pour chaque morphotype. Il s'agit de trois (3) feuilles prélevées sur cinq (5) arbres par taxon sur trois (3) sites ; soit au total de 270 feuilles pour l'ensemble des six (6) taxa.

Les échantillons des fruits sont constitués de 30 fruits matures par morphotype (les fruits ont été récoltés à un état de croissance maximale mais pas totalement mûrs pour tenir pendant le transport). Il s'agit de cinq (5) arbres par taxon et sur chaque arbre, cinq (5) fruits sont récoltés; soit au total 450 fruits pour l'ensemble des six (6) taxa.

Pour ce qui concerne les échantillons des graines, nous nous sommes servis des mêmes échantillons des fruits.

Pour les valeurs mesurées (voir descripteurs), la moyenne arithmétique, l'écart type et le coefficient de variation sont calculés par taxon et pour l'ensemble des individus appartenant audit groupe taxonomique puis entre les différents taxa.

L'échelle proposée et testée par Ouédraogo (1995) au moment de l'étude de la biosystématique des provenances du *Parkia biglobosa* ouest-africaines et utilisée par Kouyaté (2005) pour l'étude de la variabilité de *Detarium Microcarpum* a servi de référence à nos travaux. Selon cette échelle, une variation est dite :

- Faible si elle est comprise entre (0-10%) ;
- Moyenne (CV= 10-15 %);
- Assez importante (CV= 15-44 %);
- Importante (CV > 44 %).

Cette analyse statistique nous permet de tester l'hypothèse selon laquelle : Existe-t-il ou non égalité des moyennes entre les taxa pour les variables mesurées sur les feuilles et les fruits. Les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel SPSS (version 12.0.2).

Retenons que pour la constitution de ce matériel végétal, nous avons défini quelques critères

à savoir:

### **Critères d'inclusion**

Dans le parc choisir au hasard cinq (5) arbres karité du même taxon qui ont apparemment un développement physiologique optimal et portant des fruits matures au moment du prélèvement (arbre fertile).

### **Critères d'exclusion**

- Les arbres malades ou ne portant pas de fruits ne sont pas considérés;
- Pour la dégustation des fruits murs, sont exclus du lot les fruits très murs ou qui sont dans un état de fermentation pour être grignoté par une personne normale;
- Les fruits tarés ou attaqués ne sont pas mis dans le lot.

Retenons que le peuplement de karité de KEMKIAN est naturel. De ce fait, certains sites ne comportaient pas tous les taxa nous obligeant ainsi de poursuivre la collecte du matériel en tenant compte de ce qui est disponible.

Considérant d'une part les critères d'exclusions que nous avons prédéfinis et d'autre part le constat que tous les taxa n'arrivent pas à maturité au même moment, il a fallu réaliser la récolte des fruits en deux (2) étapes espacées l'une de l'autre d'une durée de 28 jours.

## **4.2.2.2- Descripteurs**

Pour l'évaluation de la variabilité morphologique des taxa du *Vitellaria paradoxa* subsp. *paradoxa* que nous avons focalisé dans cette étude, nous nous sommes inspirés des descripteurs proposés par plusieurs auteurs (Zitan, 1995; Ouédraogo, 1995).

Selon ces auteurs, la caractérisation d'une plante consiste à l'enregistrement de la variabilité des caractères qui sont très héréditaires, facilement visibles à l'oeil et exprimés dans tous les environnements.

### **4.2.2.2.1- Descripteurs foliaires**

Les valeurs mesurées sur les feuilles ont été la longueur et la largeur du limbe de chaque taxon exprimées en centimètre à l'aide d'une règle graduée. Ensuite, nous avons mesuré la longueur de leur pétiole de sorte que les deux (2) valeurs mesurées : longueur du limbe et longueur du pétiole équivalent à la longueur totale de la feuille du taxon. La série des mesures nous a permis d'établir des intervalles ayant des dimensions minimales et maximales pour chaque taxon.



#### **4.2.2.2- Descripteurs des fruits**

Pour l'évaluation des descripteurs des fruits, nous avons réalisé une coupe longitudinale du fruit mûr pour extraire la graine. Sur cette coupe, la longueur et la largeur du fruit de chaque taxon ont été mesurées. Aussi, sur les mêmes échantillons, la couleur et la forme au stade mature de chaque fruit de chaque taxon ont été également caractérisées.

Rappelons que le fruit mature se reconnaissait par l'odeur parfumée du fruit donnant l'impression d'un fruit près à être consommé. En poursuivant l'opération, plus à l'intérieur du fruit on constate que le mésocarpe a fini son développement: la coque de l'amande est dure et colorée en marron clair ou foncé.

#### **4.2.2.3- Descripteurs des graines**

Bien que les conditions matérielles limitées ne nous aient pas permis de sécher de façon standard les graines avant de faire les mesures, la longueur et le diamètre des échantillons des graines de chaque taxon ont été mesurés.

# **V – RESULTATS ET DISCUSSIONS**

## **V- Résultats et discussions**

### **5.1- Connaissances locales**

#### **5.1.1- Résultats des enquêtes**

L'enquête menée auprès des 40 ruraux de la zone d'étude a permis de mettre en évidence une masse critique de perception, d'appréciation et d'opinion sur les différentes taxa de *Vitellaria paradoxa* subsp. *paradoxa*. De cette enquête 70% des ruraux interviewés ont été capables d'appeler chaque taxon selon l'appellation locale ; c'est-à-dire les distinguer selon leurs caractères et les décrire sans hésitation. 8% n'ont pas été capables de les reconnaître. 22% ont fait des erreurs dans l'appellations des taxa.

Nous avons constaté que la plupart des ruraux interviewés en leur présentant des fruits préalablement récoltés avaient besoin de déguster le fruit du taxon pour compléter efficacement les caractéristiques distinctives d'un taxon des autres (pulpe juteuse ou non et/ou sucrée ou non). De ce constat, et sachant bien que le goût du fruit n'est pas un caractère morphologique, nous avons volontiers pris en compte leur approche de façon sélective.

Nos résultats relèvent sur les pages 99 et 102, en annexe de « *Vitellaria paradoxa*, a monograph » Hall et Coll., (1996) concernant les appellations locales du karité, qu'il s'est glissé une confusion dans les appellations locales de l'Afrique de l'ouest (le Malinké) à celles du Tchad (le Sara). Voici les corrections à y apporter (appellations en langue Sara au Sud du Tchad) :

- Au lieu de « sé » ou « shi » dire « kian » : nom utilisé pour désigner l'arbre karité ;
- Au lieu de « kolo-tulu » dire « yib-roy » : nom utilisé pour désigner le beurre de karité ;
- Au lieu de « sé kolo-tulu » ou « sé koro-tulu » dire « kide-kir » : nom utilisé pour désigner le fruit de karité non mûr ;
- Dire « roy » : nom utilisé pour désigner l'amande de karité.

Les résultats de l'enquête sur les connaissances locales en rapport avec les noms locaux, leur signification (traduction littérale) et description des types de fruit au sein de *Vitellaria paradoxa* subsp. *paradoxa* sont résumés dans le tableau I.

**Tableau I : Noms locaux, signification et description des fruits de karité au Tchad.**

| <b>Morphotypes</b> | <b>Noms locaux en Sara (Sud du Tchad)</b> | <b>Signification de l'appellation locale</b><br>(traduction littérale) | <b>Description</b>   |
|--------------------|---|--|--|
| <b>Taxon A</b>     | « Bogrombaye »                            | 'Je ne suis pas encore totalement mur'                                 | Le fruit prêt à la consommation demeure dure au toucher, quand il est blessé on peut observer du latex blanc ; malgré son état de maturité à terme. La base du fruit est arrondie.   |
| <b>Taxon B</b>     | « Kian-kos »                              | 'Karité concombre'   | Le fruit présente les mêmes caractéristiques morphologiques que celui du « Taxon A » à la différence que la forme de sa base est obconique. Au toucher le péricarpe du fruit mûr n'est pas mou comme chez les autres taxa donnant l'impression d'un petit concombre. Les fruits de ce taxon arrivent à maturité avant les autres.  |
| <b>Taxon C</b>     | « Mbabéte »                               | 'Mamelle de singe'   | Fruit ellipsoïde dont la base est acuminée ayant l'aspect de la forme du bout de la mamelle d'un singe. Les ruraux le distinguent des fruits des autres taxa à fruit ellipsoïde par sa base acuminée et sa grosse drupe.   |
| <b>Taxon D</b>     | « Meingré »                               | 'Petit fruit'  | Fruit en général plus petit que les fruits de tous les autres taxa. Pour le distinguer des fruits tarés des autres taxa, les ruraux considèrent l'épaisseur de sa pulpe qui est en général très mince se résumant à une enveloppe recouvrant la graine. Le goût de sa pulpe est fade et pas juteux (pulpe moins appréciée). Son fruit arrive à maturité après la récolte de tous les autres taxa. Selon les femmes transformatrices, il a un meilleur rendement en beurre. Ses fruits arrivent à maturité tardivement. |
| <b>Taxon E</b>     | « Komane »                                | 'Fruit juteux'   | Grosse drupe ronde ayant à peu près la même taille que le fruit du « taxon C » (grosse drupe ellipsoïde) à la différence qu'elles sont rondes (base du fruit arrondie). Son fruit est juteux et est le plus apprécié.  |
| <b>Taxon F</b>     | « Ngoïtokoro »                            | 'Fruit semblable à un œuf'   | Grosse drupe ellipsoïde ayant la forme et la taille d'un œuf. Son fruit est différent de celui du « Taxon C » par la forme de sa base qui est arrondie.  |

L'analyse de ces connaissances locales (Tableau I) montrent que tous les caractères utilisés par les ruraux pour distinguer les différents taxa ont porté sur la forme des fruits et leur goût. Aucune allusion n'a été faite sur la morphologie des autres organes tels que les feuilles des taxa. Il apparaît de ces résultats que les noms locaux tirent leur signification des caractères morphologiques des fruits (taille, forme) et de leur goût. Au regard de ces appellations on a l'impression que l'usage prépondérant du Karité, fait par les ruraux de la zone d'étude, est la consommation de sa pulpe en période de soudure.

L'identification des taxa de karité basée sur les aspects des fruits et désigné par les noms vernaculaires a été également relevée au passage sur par le club JRD de Sogonico, IRD de Bamako en République du Mali (Site Internet : [WWW.clubsjrd.ird.fr](http://WWW.clubsjrd.ird.fr)).

Les ruraux de la zone d'étude avaient des appréciations sur la phénologie de l'arbre mais en terme de calendrier de la maturation des fruits. Ils ont, pour les différents morphotypes qu'ils ont identifiés, présentés le calendrier que nous avons porté sur le tableau II.

**Tableau II : Calendrier de récolte des fruits selon les ruraux de la zone d'étude.**

| Morphotypes | Période de récolte des fruits | Type de récolte |
|-------------|-------------------------------|-----------------|
| Taxon A     | mi-juin à septembre           | Intermédiaire   |
| Taxon B     | mai à juillet                 | Précoce         |
| Taxon C     | mi-juin à septembre           | Intermédiaire   |
| Taxon D     | juillet à octobre             | Tardif          |
| Taxon E     | mi-juin à septembre           | Intermédiaire   |
| Taxon F     | mi-juin à septembre           | Intermédiaire   |

Le tableau II présente trois (3) périodes de récoltes des taxa étudiés à savoir des récoltes précoces, intermédiaires et tardives. Il se dégage de tableau II que la récolte des fruits du Karité s'étale de mai à octobre dans la zone d'étude. De ce fait, les ruraux distinguent :

- les taxa précoces dont la période de récolte des fruits s'étale de mai à juillet « taxon B » ;
- les taxa intermédiaires dont la période de récolte des fruits s'étale de mi-juin à septembre « taxon A », « taxon C », « taxon E » et « taxon F » ;
- les taxa tardives dont la période de récolte des fruits s'étale de juillet à octobre « taxon D » ;

Mbaiguinam *et al.*, (2007) ont reconnu, cette expérience des ruraux concernant le calendrier de fructification en rapportant que la récolte des fruits de Karité est centrée entre juillet et août dans le Mandoul au Sud du Tchad.

### 5.1.2- Conclusion

En fonction des réponses obtenues, la capacité des ruraux d'identifier et d'appeler des types morphologiques étudiés basées sur les caractéristiques des fruits (tableau I et II) et leur appréciation du calendrier de maturation pour les distinguer (précoce, intermédiaire et tardive) sont des atouts considérables pour les perspectives de la domestication de l'espèce.

Certaines de ces connaissances locales ont été confirmé au cours de nos travaux de terrain ; il

s'agit par exemple des différentes périodes de récolte taxa nous obligeant à planifier la collecte de nos échantillons de fruits matures dans la zone d'étude en deux périodes espacées de 28 jours.

## 5.2- Caractères macromorphologiques

### 5.2.1- Caractères qualitatifs

#### 5.2.1.1- Feuilles

L'étude des feuilles a donné les caractères qualitatifs répertoriés dans le tableau III suivant :

**Tableau III : Caractères qualitatifs des feuilles adultes des taxa étudiés.**

| Caractères | Taxon A  | Taxon B  | Taxon C  | Taxon D  | Taxon E  | Taxon F  |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Forme      | Oblongue | Oblongue | Oblongue | Oblongue | Oblongue | Oblongue |
| Sommet     | Arrondi  | Arrondi  | En coin  | Arrondi  | Arrondi  | Arrondi  |
| Base       | En coin  | En coin  | En coin  | En coin  | En coin  | En coin  |
| Pilosité   | Glabre   | Glabre   | Glabre   | Glabre   | Glabre   | Glabre   |

Il apparaît sur le tableau III que les taxa étudiés présentent des caractères communs qui justifient leur appartenance à *Vitellaria paradoxa* subsp. *paradoxa*. En effet, ils présentent des feuilles simples, alternes rassemblées à l'extrémité des branches, à bord ondulé, étroitement oblongues, finement pubescentes et rouge rouille dans la jeunesse, plus tard glabres, coriaces, luisantes, vert foncé.

Parmi les caractères foliaires étudiés seul le sommet du limbe permet de distinguer le « taxon C » des autres.

A l'échelle infra spécifique, nos résultats montrent que les caractères foliaires ne permettent pas de distinguer cinq (5) des six (6) taxa étudiés.

### 5.2.1.2- Fruits

L'étude des fruits a donné les caractères qualitatifs répertoriés dans le tableau IV ci-dessous.

**Tableau IV: Caractères qualitatifs des fruits matures des taxa étudiés.**

| Caractères                         | Taxon A  | Taxon B   | Taxon C   | Taxon D  | Taxon E   | Taxon F  |
|------------------------------------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|
| Forme du fruit                     | Rond     | Ovoïde    | Ovoïde    | Rond     | Rond      | Ovale    |
| Base du fruit                      | Arrondie | Obconique | Acuminée  | Arrondie | Arrondie  | Arrondie |
| Sensation au toucher               | Lisse    | Rigoureux | Rigoureux | Lisse    | Rigoureux | Lisse    |
| Reste du calice à la base du fruit | Présence | Présence  | Présence  | Absence  | Absence   | Présence |

L'analyse du tableau IV montre que les fruits des taxa présentent des caractères différentiels. Du point de vue :

- de la forme de fruits, les taxa étudiés peuvent être scindés en trois (3) groupes :
  - o les taxa à fruits ronds sont les « taxon A », « taxon D » et « taxon E » ;
  - o les taxa à fruits ovoïdes sont les « taxon B » et « taxon C » ;
  - o le taxon à fruits ovales est le « taxon F ».
- de la base de fruits, les taxa étudiés présentent des fruits à base arrondie à l'exception du « taxon B » et « taxon C » dont la base est respectivement obconique et acuminée.
- de la sensation au toucher de fruit, les taxa étudiés peuvent être scindés en deux (2) groupes :
  - o les taxa à fruits lisses sont les « taxon A », « taxon D » et « taxon F ».
  - o les taxa à fruits rugueux sont les « taxon B », « taxon C » et « taxon E ».
- de la persistance du calice à la base du fruit ; en dehors des « taxon D » et « taxon E » où le calice est absent à la base des fruits, les autres taxa présentent un calice persistant à la base de leurs fruits.

En somme, les caractères qualitatifs du fruit permettent d'identifier les différents taxa de *Vitallaria paradoxa* subsp. *paradoxa*. De la façon suivante :

- le « taxon F » se distingue des autres taxa par son fruit ovale ;
- parmi les taxa à fruit ovoïde (taxon B et taxon C), le « taxon B » se distingue par la base obconique de son fruit alors que le « taxon C » a un fruit à base acuminée ;
- dans le groupe des taxa à fruit rond (taxon A, taxon D et taxon E), le « taxon A » se

distingue des autres par le reste de calice qui persiste à la base du fruit tandis que le « taxon D » à lisse se distingue du « taxon E » à fruit rugueux.

### 5.2.1.3- Graines

Les caractères qualitatifs des graines sont répertoriés dans le tableau V.

**Tableau V : Caractères qualitatifs des graines des taxa étudiés**

| Caractères                   | Taxon A      | Taxon B      | Taxon C      | Taxon D      | Taxon E      | Taxon F      |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Forme de la graine           | Ronde        | Ellipsoïde   | Ellipsoïde   | Ronde        | Ellipsoïde   | Ellipsoïde   |
| Forme cicatrice de la graine | Circulaire   | Elliptique   | Elliptique   | Circulaire   | Elliptique   | Elliptique   |
| Couleur de la coquille       | Marron clair | Marron foncé | Marron foncé | Marron clair | Marron foncé | Marron clair |

L'analyse du tableau V montre que les graines des taxa présentent des caractères différentiels. Du point de vue :

- de la forme de la graine, les taxa étudiés peuvent être scindés en deux (2) groupes :
  - les taxa à graines rondes : « taxon A » et « taxon D » ;
  - les taxa à graines ellipsoïdes : « taxon B », « taxon C », « taxon E » et « taxon F » ;
- de la forme de la cicatrice de la graine, les taxa étudiés peuvent être scindés en deux (2) groupes :
  - les taxa dont la forme de la cicatrice est circulaire : « taxon A » et « taxon D ».
  - les taxa dont la forme de la cicatrice est elliptique : « taxon B », « taxon C », « taxon E » et « taxon F ».
- de la couleur de la coquille de la graine, les taxa étudiés peuvent être scindés en deux (2) groupes :
  - les taxa dont la couleur de la coquille de la graine est 'marron clair' : « taxon A », « taxon D » et « taxon F ».
  - les taxa dont la couleur de la coquille de la graine est 'marron foncé' : « taxon B », « taxon C » et « taxon E ».

Il apparaît à la suite de l'étude morphologique des graines que les « taxa A » et « taxon D » à graines rondes ne pourraient pas être distinguer des autres taxa par leurs seuls caractères séminaux ; il en ait de même pour les « taxon B », « taxon C » et « taxon E » à graines ellipsoïdes. Aussi, seul le « taxon F » peut se distinguer des autres taxa à graines ellipsoïdes par la couleur de sa coquille.

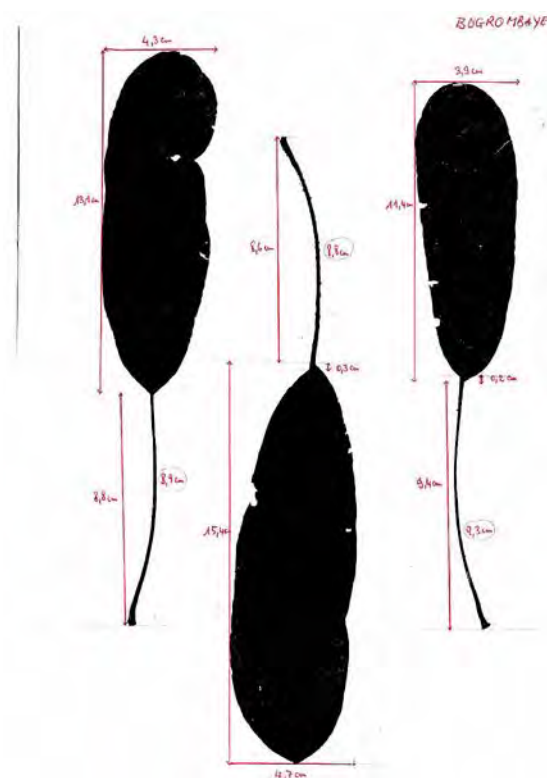


## 5.2.2- Caractères quantitatifs

A l'aide du matériel biologique constitué de feuilles et fruits prélevés sur 90 arbres de la sous-espèce *V. paradoxa* dans le terroir villageois de KEMKIAN au Tchad à raison de 5 arbres par site (3 sites) et par site prélever le matériel biologique sur six (6) taxa. Les mesures réalisées sur les organes feuilles, fruits et graines des six (6) morphotypes ont données une gamme de valeurs que nous avons comparé aux résultats issus des précédents travaux puis procédé à l'analyse statistique des variables mesurées.

### 5.2.2.1- Feuilles

En rapport avec les caractères quantitatifs, les variables mesurées sur les feuilles (figure 6) sont répertoriées dans le tableau VI.



**Figure 6** : Exemple des mesures des dimensions des feuilles du « taxon A » appelé localement « Bogrombaye » (*Vitellaria paradoxa* subsp. *paradoxa*) (Photo : Djekota C.).

**Tableau VI** : Caractères quantitatifs des feuilles adultes des taxa étudiés.

| Caractères                | Taxon A     | Taxon B     | Taxon C     | Taxon D     | Taxon E     | Taxon F     |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Longueur limbe (cm)       | 11,4 à 15,4 | 12,6 à 16,2 | 14,2 à 17,5 | 11,2 à 11,9 | 11,8 à 16,7 | 12,6 à 14,8 |
| Largeur limbe (cm)        | 3,9 à 4,7   | 3,5 à 4,6   | 4,3 à 6,1   | 3,5 à 3,8   | 4,1 à 6,7   | 4,6 à 5,0   |
| Longueur pétiole (cm)     | 8,8 à 9,3   | 7,6 à 10,1  | 9,2 à 10,1  | 7,5 à 8     | 7,1 à 10,7  | 7,7 à 8,3   |
| Long. Totale feuille (cm) | 20,7 à 24,2 | 22,7 à 24,0 | 23,4 à 27,6 | 22,2 à 23,7 | 21,1 à 27,3 | 20,3 à 23,1 |

|                            |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Nervure secondaire (paire) | Pennée<br>20 à 46 | Pennée<br>23 à 45 | Pennée<br>27 à 48 | Pennée<br>18 à 36 | Pennée<br>26 à 47 | Pennée<br>23 à 41 |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|

L'analyse du tableau VI permet de mettre les taxa étudiés dans deux (2) groupes en fonction de la taille des feuilles. Ainsi on pourra avoir :

- les taxa à grandes feuilles sont les « taxon C » et « taxon E », la longueur de la feuille est comprise entre 21,1 à 27,6 cm ;
- les taxa à feuilles moyennes sont les « taxon A », « taxon B » et « taxon F », la longueur de la feuille est comprise entre 20,3 à 24,2 cm ;
- le taxon à petites feuilles est le « taxon D », la longueur est comprise entre 22,2 à 23,7 cm.

Il se dégage de cette analyse que seul le « taxon D », par ses petites feuilles est identifiable des autres taxa avant le stade de la pleine fructification.

Les variables mesurées sur les feuilles lors de cette étude ne sont pas très différentes de celles réalisées par Vivien (1990) sans considération des différents taxa.

En outre, les caractères liés au son sommet du limbe ont été également utilisés dans les clés de d'identification des taxa par certains auteurs [Hutchinson *et al.*, (1958) ; Aubreville, (1959) ; Berhaut, (1967)].

**Tableau VII : Longueurs des limbes des taxa étudiés.**

| Taxa    | Moyenne | Ecart type | Mini  | Médiane | Maxi  | Variance | CV %  | Interprétation CV |
|---------|---------|------------|-------|---------|-------|----------|-------|-------------------|
| Taxon A | 13,3000 | 2,00749    | 11,40 | 13,10   | 15,40 | 4,030    | 30,30 | A. importante     |
| Taxon B | 14,9000 | 1,99750    | 12,60 | 15,90   | 16,20 | 3,990    | 26,79 | A. importante     |
| Taxon C | 15,3667 | 1,85023    | 14,20 | 14,40   | 17,50 | 3,423    | 22,28 | A. importante     |
| Taxon D | 11,5667 | 0,35119    | 11,20 | 11,60   | 11,90 | 0,123    | 1,06  | Faible            |
| Taxon E | 15,0333 | 2,80060    | 11,80 | 16,60   | 16,70 | 7,843    | 52,17 | Importante        |
| Taxon F | 13,8333 | 1,12398    | 12,60 | 14,10   | 14,80 | 1,263    | 9,13  | Faible            |

L'analyse du tableau VII permet de présenter l'interprétation de la proportion du CV des variables mesurées sur les longueurs du limbe au sein de la population de chaque taxon comme suit :

- les taxa dont la variation de la longueur de leur limbe est FAIBLE (CV compris entre 0 et 10%) sont les « taxon D » et « taxon F » ;
- les taxa dont la variation de la longueur de leur limbe est ASSEZ IMPORTANTE (CV compris entre 15 et 44%) sont les « taxon A », « taxon B » et « taxon C » ;
- le taxon dont la variation de la longueur de son limbe est IMPORTANTE (CV supérieur à 44%) est le « taxon E ».

Il apparaît à la suite de cette analyse que chez les taxa étudiés, l'utilisation du descripteur longueur de limbe au sein d'un taxon pourrait permettre de distinguer le « taxon F » et en particulier le « taxon D » parce qu'ils ont une variation faible. A l'opposé, cette variation ne pourrait pas permettre de distinguer les taxa (A, B, C) en particulier le « taxon E » parce qu'elle y est importante.

**Tableau VIII : Largeurs des limbes des taxa étudiés.**

| Taxa    | Moyenne | Ecart-type | Mini | Médiane | Maxi | Variance | CV %  | Interprétation CV |
|---------|---------|------------|------|---------|------|----------|-------|-------------------|
| Taxon A | 4,3000  | 0,40000    | 3,90 | 4,30    | 4,70 | 0,160    | 3,72  | Faible            |
| Taxon B | 3,9667  | 0,56862    | 3,50 | 3,80    | 4,60 | 0,323    | 8,14  | Faible            |
| Taxon C | 5,0333  | 0,94516    | 4,30 | 4,70    | 6,10 | 0,893    | 17,74 | Moyenne           |
| Taxon D | 3,6333  | 0,15275    | 3,50 | 3,60    | 3,80 | 0,023    | 0,63  | Faible            |
| Taxon E | 5,5000  | 1,31149    | 4,10 | 5,70    | 6,70 | 1,720    | 31,27 | A. importante     |
| Taxon F | 4,8000  | 0,20000    | 4,60 | 4,80    | 5,00 | 0,040    | 0,83  | Faible            |

L'analyse du tableau VIII permet de présenter l'interprétation de la proportion du CV des variables mesurées sur les largeurs du limbe au sein de la population de chaque taxon comme suit :

- les taxa dont la variation de la largeur de leur limbe est FAIBLE (CV compris entre 0 et 10%) sont les « taxon A », « taxon B », « taxon D » et « taxon F » ;
- le taxon dont la variation de la largeur de son limbe est MOYENNE (CV compris entre 10 et 15%) est le « taxon C » ;
- le taxon dont la variation de la largeur de son limbe est ASSEZ IMPORTANTE (CV compris 15 et 44%) est le « taxon E ».

Il apparaît à la suite de cette analyse que chez les taxa étudiés, l'utilisation du descripteur largeur de limbe au sein d'un taxon pourrait permettre de distinguer les taxa (A, B, D, F) et en particulier les taxa (D, F) parce que la variation de la largeur de leurs limbes est faible. A l'opposé, cette variation bien que moyenne chez le « taxon C » et assez importante chez le « taxon E » ne pourrait pas permettre de bien les distinguer.

**Tableau IX : Longueurs des pétioles des taxa étudiés.**

| Taxa    | Moyenne | Ecart-type | Mini  | Médiane | Maxi  | Variance | CV %  | Interprétation CV |
|---------|---------|------------|-------|---------|-------|----------|-------|-------------------|
| Taxon A | 9,0000  | 0,26458    | 8,80  | 8,90    | 9,30  | 0,070    | 0,77  | Faible            |
| Taxon B | 8,6000  | 1,32288    | 7,60  | 8,10    | 10,10 | 1,750    | 20,35 | A. importante     |
| Taxon C | 9,1667  | 0,95044    | 8,20  | 9,20    | 10,10 | 0,903    | 9,85  | Faible            |
| Taxon D | 10,6000 | 0,10000    | 10,50 | 10,60   | 10,70 | 0,010    | 0,09  | Faible            |
| Taxon E | 9,0333  | 1,81475    | 7,10  | 9,30    | 10,70 | 3,293    | 36,45 | A. importante     |
| Taxon F | 7,9667  | 0,30551    | 7,70  | 7,90    | 8,30  | 0,093    | 1,17  | Faible            |

L'analyse du tableau IX permet de présenter l'interprétation de la proportion du CV des variables mesurées sur les longueurs des pétioles au sein de la population de chaque taxon comme suit :

- les taxa dont la variation de la longueur du pétiole est FAIBLE (CV compris entre 0 et 10%) sont les « taxon A », « taxon C », « taxon D » et « taxon F » ;
- les taxa dont la variation de la longueur du pétiole est ASSEZ IMPORTANTE (CV compris entre 15 et 44%) sont les « taxon B » et « taxon E ».

Il apparaît à la suite de cette analyse que chez les taxa étudiés, l'utilisation du descripteur longueur de pétiole au d'un sein d'un taxon pourrait permettre de distinguer les taxa (A, C, F) et en particulier le « taxon D » parce que la variation de la longueur de leurs pétioles est faible. A l'opposé, cette variation ne pourrait pas permettre de distinguer les taxa (B, E) parce qu'elle y est assez importante.

**Tableau X : ANOVA longueur, largeur limbe et longueur pétiole de feuille des taxa étudiés.**

| Descripteurs  | Sources de variation | Somme des carrés | Degré liberté | Moyenne des carrés | F calculé à 5% | Signification |
|---------------|----------------------|------------------|---------------|--------------------|----------------|---------------|
| Long. Limbe   | Entre les taxa       | 30,553           | 5             | 6,111              | 1,773          | 0,193         |
|               | Au sein d'un taxon   | 41,347           | 12            | 3,446              |                |               |
| Larg. Limbe   | Entre les taxa       | 7,323            | 5             | 1,465              | 2,781          | 0,068         |
|               | Au sein d'un taxon   | 6,320            | 12            | 0,527              |                |               |
| Long. pétiole | Entre les taxa       | 11,383           | 5             | 2,277              | 2,232          | 0,118         |
|               | Au sein d'un taxon   | 12,240           | 12            | 1,020              |                |               |

Les résultats récapitulatifs de l'analyse de variance qui sont présentés sur le tableau X montrent qu'une feuille d'un taxon prise au hasard dans une population n'est pas suffisante pour identifier un taxon. En outre, il apparaît que la tentative d'identification des taxa à partir des variables mesurées sur les feuilles peut conduire à des erreurs bien que le « taxon D » a en général de petites feuilles.

En somme, les moyennes de longueurs, largeurs des limbes d'une part et longueurs des pétioles des différents taxa d'autre part ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%. A cet effet, les feuilles adultes ne semblent pas être de bons descripteurs des taxa de la sous-espèce

*Vitellaria paradoxa*. Néanmoins ces résultats nous révèlent que les six (6) taxa appartiennent effectivement à la même espèce de *Vitellaria paradoxa*.

### 5.2.2.2- Fruits

Les caractères quantitatifs des fruits des différents taxa sont répertoriées dans le tableau XI.

**Tableau XI : Caractères quantitatifs des fruits matures des taxa étudiés.**

| Caractères          | Taxon A   | Taxon B   | Taxon C   | Taxon D   | Taxon E   | Taxon F   |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Longueur fruit (cm) | 2,9 à 3,6 | 3,6 à 5,5 | 4,1 à 5,3 | 2,4 à 3,4 | 3,8 à 4,7 | 3,7 à 5,4 |
| Largeur fruit (cm)  | 2,8 à 3,4 | 2,5 à 4,3 | 3,5 à 3,8 | 2,3 à 3,3 | 3,1 à 3,5 | 2,4 à 3,4 |

L'analyse du tableau XI permet de diviser les taxa étudiés en deux (2) groupes en fonction de la taille des fruits. En effet, le « taxon D » se distingue des autres taxa par ses petites drupes dont la longueur et la largeur sont comprises respectivement entre 2,4 à 3,4 cm et 2,3 à 3,3 cm. Les autres taxa (A, B, C, E et F) ont de grosses drupes dont les longueurs et les largeurs sont comprises respectivement entre 2,4 à 5,5 cm et 2,4 à 4,3 cm.

Ainsi, il apparaît que seul le « taxon D » peut être identifié par la dimension de ses fruits.

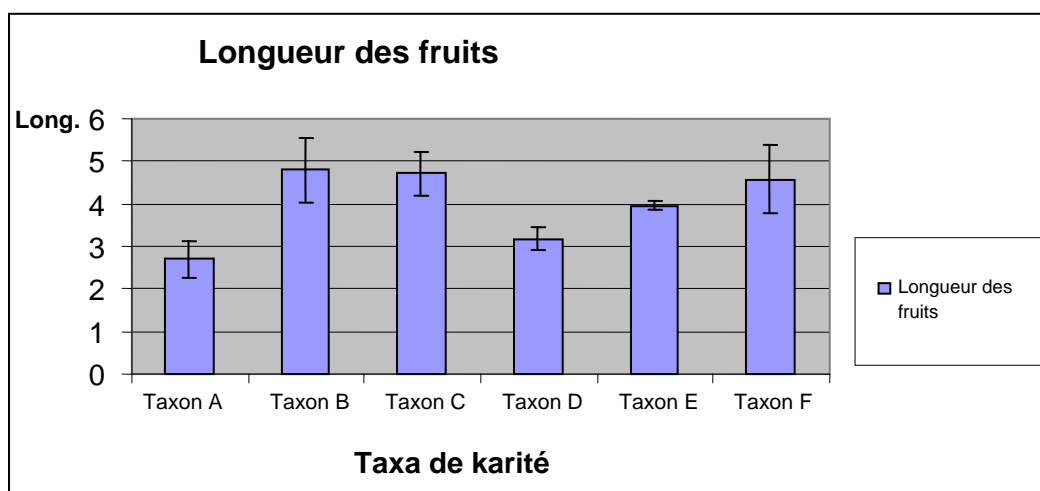
**Tableau XII : Longueurs des fruits des taxa étudiés.**

| Taxa    | Moyenne | Ecart-type | Mini | Médiane | Maxi | Variance | CV %  | Interprétation CV |
|---------|---------|------------|------|---------|------|----------|-------|-------------------|
| Taxon A | 2,7000  | 0,42426    | 2,40 | 2,5000  | 3,40 | 0,180    | 6,60  | Faible            |
| Taxon B | 4,8000  | 0,76811    | 3,60 | 5,1000  | 5,50 | 0,590    | 12,30 | Moyen             |
| Taxon C | 4,7200  | 0,51186    | 4,10 | 4,8000  | 5,30 | 0,262    | 5,60  | Faible            |
| Taxon D | 3,1800  | 0,26833    | 2,90 | 3,2000  | 3,60 | 0,072    | 2,30  | Faible            |
| Taxon E | 3,9600  | 0,11402    | 3,80 | 4,0000  | 4,10 | 0,013    | 0,33  | Faible            |
| Taxon F | 4,5800  | 0,78867    | 3,70 | 4,8000  | 5,40 | 0,622    | 13,60 | Moyen             |

L'analyse du tableau XII fait apparaître qu'il existe :

- des taxa dont la variation de la longueur de leurs fruits est FAIBLE (CV compris entre 0 et 10%) sont les « taxon A », « taxon C », « taxon D » et « taxon E » ;
- des taxa dont la variation de la longueur de leurs fruits est MOYENNE (CV compris entre 10 et 15%) sont les « taxon B » et « taxon F ».

De cette analyse, il apparaît que chez les taxa étudiés, l'utilisation du descripteur longueur des fruits au sein d'un taxon pourrait permettre de distinguer les taxa (A, C, D) et en particulier le « taxon E » parce que la variation de la longueur de leurs fruits est faible. A l'opposé, cette variation ne pourrait pas permettre de distinguer les taxa (B, F) bien qu'elle y est moyenne.



**Tableau XIII : ANOVA longueurs des fruits des taxa étudiés.**

| Longueurs des fruits | Somme des carrés | Degré liberté | Carré moyen | F calculé à 5% | Signification |
|----------------------|------------------|---------------|-------------|----------------|---------------|
| Entre taxa           | 19,291           | 5             | 3,858       | 13,312         | 0,000         |
| Au sein d'un taxon   | 6,956            | 24            | 0,290       |                |               |

L'analyse du tableau XIII montre que les longueurs des fruits sont très variables. Autrement dit, il ressort que les moyennes des longueurs des fruits sont très significativement différentes au seuil de 5%.

Il se dégage de cette analyse qu'au risque de 5% de se tromper, le descripteur longueur des fruits est meilleur pour faire la distinction entre les six (6) taxa étudiés.

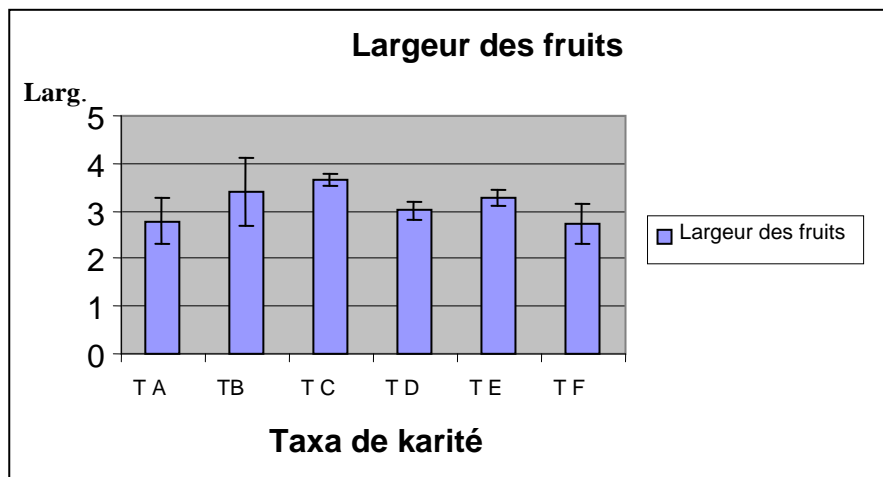
**Tableau XIV : Largeurs des fruits des taxa étudiés.**

| Taxa    | Moyenne | Ecart-type | Mini | Médiane | Maxi | Variance | CV %  | Interprétation CV |
|---------|---------|------------|------|---------|------|----------|-------|-------------------|
| Taxon A | 2,7800  | 0,47645    | 2,30 | 2,9     | 3,40 | 0,227    | 8,20  | Faible            |
| Taxon B | 3,4000  | 0,71414    | 2,50 | 3,5     | 4,30 | 0,510    | 15,00 | Moyen             |
| Taxon C | 3,6600  | 0,11402    | 3,50 | 3,7     | 3,80 | 0,013    | 3,55  | Faible            |
| Taxon D | 3,0200  | 0,19235    | 2,80 | 3,0     | 3,30 | 0,037    | 1,20  | Faible            |
| Taxon E | 3,2800  | 0,17889    | 3,10 | 3,3     | 3,50 | 0,032    | 0,98  | Faible            |
| Taxon F | 2,7400  | 0,41593    | 2,40 | 2,5     | 3,40 | 0,173    | 6,31  | Faible            |

L'analyse du tableau XIV montre qu'il existe :

- les taxa dont la variation de la largeur des fruits est FAIBLE (CV compris entre 0 et 10%) sont les « taxon A », « taxon C », « taxon D », « taxon E » et « taxon F » ;
- le taxon dont la variation de la largeur de ses fruits est MOYENNE (CV compris entre 10 et 15%) est le « taxon B ».

De cette analyse, il apparaît que chez les taxa étudiés, l'utilisation du descripteur largeur des fruits au sein d'un taxon ne pourrait pas permettre de distinguer le « taxon F ». Par contre, les autres taxa (A, B, C, D, E) pourraient se distinguer par son utilisation parce que leur variation est faible.



**Tableau XV: ANOVA largeurs des fruits des taxa étudiés.**

| Largeurs fruits    | Somme des carrés | Degré liberté | Moyenne des carrés | F calculé à 5% | Signification |
|--------------------|------------------|---------------|--------------------|----------------|---------------|
| Entre taxa         | 3,307            | 5             | 0,661              | 4,000          | 0,009         |
| Au sein d'un taxon | 3,968            | 24            | 0,165              |                |               |

L'analyse du tableau XV montre que les largeurs des fruits sont très variables. Autrement dit, il ressort que les moyennes des largeurs des fruits sont très significativement différentes au seuil de 5%.

Il se dégage de cette analyse qu'au risque de 5% de se tromper, le descripteur largeur des fruits pourrait également distinguer les six (6) taxa étudiés. Toute fois, il apparaît que le descripteur longueur des fruits est meilleur comparativement au descripteur largeur des fruits.

### 5.2.2.3- Graines

Les caractères quantitatifs des graines ont été répertoriés dans le tableau XVI.

**Tableau XVI : Caractères quantitatifs des graines des taxa étudiés.**

| Caractères    | Taxon A   | Taxon B   | Taxon C   | Taxon D   | Taxon E   | Taxon F   |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Longueur (cm) | 3,6 à 3,2 | 3,1 à 3,8 | 2,8 à 4,5 | 2,3 à 2,8 | 2,7 à 4,2 | 2,6 à 3,8 |
| Diamètre (cm) | 2,2 à 2,8 | 2,4 à 2,9 | 2,9 à 3,8 | 2,1 à 2,6 | 2,3 à 3,6 | 2,3 à 3,2 |

L'analyse du tableau XVI permet de diviser les taxa étudiés en deux (2) groupes en fonction de la taille des graines. Ainsi, nous avons :

- les taxa à grosse graine qui sont les « taxon C » et « taxon E » ;
- les taxa à graine de grosseur moyenne qui sont les « taxon A », « taxon B », « taxon F » ;
- le taxon à petite graine qui est le « taxon D ».

En somme, seul le « taxon D » peut être identifié à partir de la dimension des graines.

### 5.2.3- Conclusion

A la suite des taxa étudiés, les caractères des différents organes des morphotypes étudiés sont récapitulés dans le tableau synoptique suivant :



**Tableau XVII : Principaux caractères macromorphologiques des taxa étudiés.**

|                | Caractères                         | Taxon A      | Taxon B      | Taxon C      | Taxon D      | Taxon E      | Taxon F      |
|----------------|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Feuille</b> | Longueur limbe (cm)                | 11,4 à 15,4  | 12,6 à 16,2  | 14,2 à 17,5  | 11,2 à 11,9  | 11,8 à 16,7  | 12,6 à 14,8  |
|                | Largeur limbe (cm)                 | 3,9 à 4,7    | 3,5 à 4,6    | 4,3 à 6,1    | 3,2 à 3,5    | 4,1 à 6,7    | 4,6 à 5,0    |
|                | Longueur pétiole (cm)              | 8,8 à 9,3    | 7,6 à 10,1   | 9,2 à 10,1   | 7,5 à 8      | 7,1 à 10,7   | 7,7 à 8,3    |
|                | Long. Totale feuille (cm)          | 20,7 à 24,2  | 22,7 à 24,0  | 23,4 à 27,6  | 21,9 à 23,4  | 21,1 à 27,3  | 20,3 à 23,1  |
|                | Forme                              | Oblongue     | Oblongue     | Oblongue     | Oblongue     | Oblongue     | Oblongue     |
|                | Sommet                             | Arrondi      | Arrondi      | En coin      | Arrondi      | Arrondi      | Arrondi      |
|                | Base                               | En coin      | En coin      | En coin      | En coin      | En coin      | En coin      |
|                | Pilosité                           | Glabre       | Glabre       | Glabre       | Glabre       | Glabre       | Glabre       |
|                | Nervure secondaire (paire)         | Pennée       | Pennée       | Pennée       | Pennée       | Pennée       | Pennée       |
|                |                                    | 20 à 46      | 23 à 45      | 27 à 48      | 18 à 36      | 26 à 47      | 23 à 41      |
| <b>Fruit</b>   | Forme du fruit                     | Rond         | Ovoïde       | Ovoïde       | Rond         | Rond         | Ovale        |
|                | Base du fruit                      | Arrondie     | Obconique    | Acuminée     | Arrondie     | Arrondie     | Arrondie     |
|                | Longueur fruit (cm)                | 2,9 à 3,6    | 3,6 à 5,5    | 4,1 à 5,3    | 2,4 à 3,4    | 3,8 à 4,7    | 3,7 à 5,4    |
|                | Largeur fruit (cm)                 | 2,8 à 3,4    | 2,5 à 4,3    | 3,5 à 3,8    | 2,3 à 3,3    | 3,1 à 3,5    | 2,4 à 3,4    |
|                | Sensation au toucher               | Lisse        | Rugueux      | Rugueux      | Lisse        | Rugueux      | Lisse        |
|                | Reste du calice à la base du fruit | Présence     | Présence     | Présence     | Absence      | Absence      | Présence     |
| <b>Graine</b>  | Forme de la graine                 | Ronde        | Ellipsoïde   | Ellipsoïde   | Ronde        | Ellipsoïde   | Ellipsoïde   |
|                | Forme cicatrice de la graine       | Circulaire   | Elliptique   | Elliptique   | Circulaire   | Elliptique   | Elliptique   |
|                | Couleur de la coque                | Marron clair | Marron foncé | Marron foncé | Marron clair | Marron foncé | Marron clair |
|                | Longueur (cm)                      | 2,6 à 3,2    | 3,1 à 3,8    | 2,8 à 4,5    | 2,3 à 2,8    | 2,7 à 4,2    | 2,6 à 3,8    |
|                | Diamètre (cm)                      | 2,2 à 2,8    | 2,4 à 2,9    | 2,9 à 3,8    | 2,1 à 2,6    | 2,3 à 3,6    | 2,3 à 3,2    |

Il apparaît sur le tableau XVII que les feuilles présentent très peu de caractères discriminants en rapport avec leur sommet et leur dimension. Toute fois, ces caractères ne permettent d'identifier que le « taxon C ».

Par contre, les caractères du fruit sont les plus discriminants. Cependant parmi ces derniers, ce sont les caractères qualitatifs qui sont plus utilisés dans la discrimination des taxa.

En effet, avec les caractères quantitatifs, seul « le taxon D » peut être identifié.

Sur la base des caractères macromorphologiques qualitatifs et quantitatifs des organes étudiés, la clé de détermination ci-après a été élaborée pour améliorer la connaissance et l'identification des morphotypes étudiés.

### Clé de détermination :

1. Plante à feuille oblongue, à sommet en coin, base en coin, glabre, nervation pennée  
(27 à 48 paires de nervures secondaires, longueur de limbe comprise entre 14,2 à 17,5 cm,  
Largeur du limbe comprise entre 4,3 à 6,1 cm, longueur du pétiole 9,2 à 10,1 cm.... **Taxon C.**
- 1'. Plante à feuille oblongue, à sommet arrondi
  2. Plante à fruit ovoïde, base du fruit obconique, longueur fruit comprise entre  
3,6 à 5,5 cm, largeur fruit comprise entre 2,5 à 4,3 cm, rugueux au toucher, présence  
d'un calice persistant à la base du fruit ..... **Taxon B.**
  - 2'. Plante à fruit ovale ou rond
    3. Plante à fruit ovale, base du fruit arrondi, longueur fruit comprise entre  
3,7 à 5,4 cm, largeur fruit comprise entre 2,4 à 3,4 cm,  
lisse au toucher, un calice persistant à la base du fruit ..... **Taxon F.**
    - 3'. Plante à fruit rond
      4. Plante à fruit rugueux, base du fruit arrondi, longueur fruit comprise entre  
3,8 à 4,7 cm, largeur fruit comprise entre 3,1 à 3,5 cm, absence du reste de calice  
à la base du fruit ..... **Taxon E.**
      - 4'. Plante à fruit lisse
        5. Plante à fruit avec un calice persistant à la base, base du fruit  
arrondi, longueur fruit comprise entre 2,9 à 3,6 cm, largeur fruit comprise  
entre 2,8 à 3,4 cm..... **Taxon A.**
        - 5'. Plante à fruit sans calice à la base, base du fruit arrondi, longueur fruit  
comprise entre 2,4 à 3,4 cm, largeur fruit comprise 2,3 à 3,3 c..... **Taxon D.**

La lecture de cette clé montre l'importance de l'apport des caractères macromorphologiques qualitatifs et quantitatifs des fruits dans la détermination des différents taxa. Ainsi, les caractères des fruits du *Vitellaria paradoxa* subsp *paradoxa* semblent être de bons descripteurs des différents taxa. Ces caractères liés à la macromorphologie des fruits ont été déjà utilisés par plusieurs auteurs. Dans la détermination des espèces *Ficus*, Diop a cité Lebrun, (1939) ; Aubreville, (1950) et (1959) ; Humbert, (1952) ; Berg *et al.*, (1985) et (1992) ; Hutchison *et al.*, (1958).

Ces résultats confirment bien les appellations locales des populations rurales qui ont des significations basées la forme des fruits.

# **VI – CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

## VI- Conclusions générales et perspectives

Ces résultats font suite à une enquête menée auprès des ruraux de la zone d'étude qui a mise en évidence une masse critique de perception, d'appréciation et d'opinion sur les différents morphotypes de *Vitellaria paradoxa* subsp. *paradoxa*.

Cette enquête montre que la plupart des ruraux du Mandoul (Tchad) sont capables de distinguer, de décrire et de nommer les taxa infra spécifiques du *Vitellaria paradoxa* subsp. *paradoxa*.

L'étude des caractères macromorphologiques des organes (feuille, fruit et graine) des taxa de *Vitellaria paradoxa* subsp. *paradoxa* comparée à la signification des appellations des ruraux a permis de déceler des caractères discriminants pertinents qui ont permis d'identifier tous les morphotypes étudiés.

L'analyse des séries statistiques des variables mesurées sur les feuilles, révèle que la moyenne des longueurs de limbe, largeur de limbe et longueur de pétiole pour les différents morphotypes ne semblent pas être de bons descripteurs des taxa de *Vitellaria paradoxa* surtout pour la sous-espèce *paradoxa* que nous avons ciblée au cours de ces travaux. Néanmoins cette analyse nous révèlent que ces variétés appartiennent effectivement à la même espèce de *Vitellaria paradoxa*.

Cette étude montre en outre que pour identifier ces différents taxa, les caractères morphologiques des fruits sont les meilleurs descripteurs.

Sur la base des caractères macromorphologiques qualitatifs et quantitatifs des fruits une clé de détermination partielle a été élaborée pour permettre l'identification des différents taxa étudiés.

Nos résultats confirment qu'il existe effectivement six (6) taxa de *Vitellaria paradoxa* subsp. *paradoxa* au Tchad.

Les résultats de ces travaux pourraient être complétés en étendant l'étude à toute la zone endémique de *Vitellaria paradoxa* subsp. *paradoxa* pour permettre la comparaison des connaissances locales.

Au regard de la grande ressemblance morphologique entre certains morphotypes de *Vitellaria paradoxa* subsp. *paradoxa*, cette étude pourrait être étendue à d'autres caractères pour

une discrimination plus précise des taxa. A cet effet, les prochains travaux pourront se focaliser sur les aspects suivants :

- l'état des connaissances locales dans les autres pays de la zone endémique du karité ;
- les structures micro morphologiques des organes du karité afin de préciser et de compléter les caractères macromorphologiques abordés par cette étude (anatomie des organes) ;
- les paramètres phénologiques pouvant expliquer la différence infra spécifique par rapport à leur période de fructification (variété tardive et précoce) ;
- la variabilité moléculaire en vue d'indiquer la ou les taxa performants pour la domestication ;
- les connaissances biologiques de karité pour améliorer techniquement sa production et répondre favorablement à la sollicitation des consommateurs ;
- la nomenclature des taxa infra spécifiques de *Vitellaria paradoxa* subsp. *paradoxa* dans le cas où les travaux confirmeraient leur réalité systématique.

## **VII – REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- **AUBREVILLE A.**, (1950). Flore forestière soudano-guinéenne. AOF. Cameroun. AEF. 244 p.
- 2- **AUBREVILLE A.**, (1959). Flore forestière de la Côte d'Ivoire. 2<sup>ème</sup> éd. Tome I. Publication N° 15 du Centre Techniques Forestier Tropical. 98 p.
- 3- **ARBONNIER M.**, (2000). Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. Cirad. MNHN. UICN. Montpellier. France. 541 p.
- 4- **BAWA K.S.**, (1997). Conservation in situ des forêts tropicales. Bulletin de l'IPGRI FORGEN. (Sous presse).
- 5- **BERHAUT J.**, (1967). Flore du Sénégal. Clairafrique, 2<sup>e</sup> éd. *Dakar*, Sénégal. 485 p.
- 6- **BERG C.C., HIJMAN M.E.E. & WEERDENBURG J.C.A.**, (1985). Flore du Gabon 26. Moraceae, Paris, France, 276 p.
- 7- **BERG C.C. & WIEBES J.T.**, (1992). African fig trees and fig wasps. Koninklijke Nederlandse, Akademisch Van Wetenschappen, Amsterdam, 298 p.
- 8- **BOUKOUNGOU E.G.**, (1987). Monographie du karité *Butyrospermum paradoxum* (Gaertn. f) Hepper, espèce agroforestière à usages multiples. Institut de Recherche en Biologie et Ecologie Tropicale, Centre National de Recherche Scientifique et Technologique, Ouagadougou 69pp.
- 9- **CEPAGE.**, (1999). Etude de la filière Karité au Tchad. Ministère l'Agriculture au Tchad. 68 p.
- 10- **CHEVALIER A.**, (1943). Le karité ou arbre à beurre : essai monographique. Revue internationale de botanique appliquée tropicale, 23 : 110-120.
- 11- **COTTON C.M.**, (1996). Ethnobotany. Principles and Applications. John Wiley & Sons. 424 p.
- 12- **CRONQUIST A.**, (1981). The Evolution and classification of flowering plants. Allen Press. Lawrence, Kansas. 555 p.
- 13- **DIOP D.**, (2006). Contribution à l'étude biosystématique des espèces du genre *Ficus* L. (Moraceae) au *Sénégal*. Thèse de doctorat de 3<sup>e</sup> cycle de Biologie Végétale. UCAD, Département de Biologie Végétale. 103 p.

- 14- **DOLIGEZ A.**, (1996). Evolution de la diversité génétique intra population et de sa structure. Etude d'un modèle de simulation spatialisée de la gestion des ressources génétiques forestières tropicales. Institut National Agronomique Paris-Grignon. CIRAD-Forêt. 273 p.
- 15- **DUBIEF.**, **1953**. Les vents de sable dans le Sahara français. In : Actions éoliennes, phénomènes d'évaporation et hydrologie superficielle dans les régions arides. Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Paris, Colloques Internationaux 35, pp. 45-70
- 16- **FAO.**, (1988). Traditional food plants. FAO food and nutrition paper, 42 : 1-593.
- 17- **HALL J.B., AEBISCHER D.P., TOMLINSON H.F., OSEI AMANING E. & HINDLE J.R.**, (1996) *Vittelaria paradoxa*. A monograph 105pp. School of Agricultural and Forest Sciences publication N° 8. University of Wales, Bangor.
- 18- **HUMBERT H.**, (1952). Flore de Madagascar et des Comores (Plantes vasculaires). Firmin-Didot, Paris, 71 p.
- 19- **HUTCHINSON J. & DAZIEL J.M.**, (1958). Flora West Tropical Africa. 2<sup>nd</sup> edit., Vol.I, Part. 2. Published on behalf of the Governments of Nigeria, Gold Coast, Sierra Leone and Gambia by the Crown Agents for Oversea Governments and Administrations. Millbank, *London*. 276 p.
- 20- **IPGRI.**, (1999). Vers une approche régionale des ressources génétiques forestières en Afrique sub-saharienne. Actes du premier atelier régional de formation sur la conservation et l'utilisation durable des ressources génétiques forestières en Afrique de l'Ouest, Afrique Centrale et Madagascar, 16-27 Mars 1998. Burkina Faso. 299 p.
- 21- **KABA R. & DJEKOTA C.**, (2003). Contribution à la connaissance du potentiel productif du Karité dans le Mandoul. Rapport de consultation pour World Vision Tchad. 63 p.
- 22- **KAPSEU C., DIRAND M., JIOKAP N.Y., PARMENTIER M. & DELLACHERIE J.**, (2001). Absorption de l'eau : Influence de condition de traitement des amandes de karité et de la pulpe de l'aiélé. Communication présentée à la 9<sup>e</sup> conférence du comité camerounais de Biosciences. Limbé, 12 - 14 décembre 2001.
- 23- **KOUYATE A.M.**, (2005). Aspects ethnobotaniques et étude de la variabilité morphologique, biochimique et phénologique de *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. Au Mali. Thèse de Doctorat, Faculté Bio-ingénieurswetenschappen, Richting Landbouwkunde. 190 p.



- 24- **MBAIGUINAM M., MBAYHOUEL K. & DJEKOTA C.**, (2007). Physical and Chemical Characteristics of Fruits, Pulps, Kernels and Butter of Shea *Butyrospermum parkii* (Sapotaceae) from Mandoul, Southern Chad. *Asain Journal of Biochemistry* 2 (2): 101-110. ISSN 1815-9923.
- 25- **MARIOTT F.H.C.**, (1990). A dictionary of statistical terms. Fifth edition. Longman. 223 p.
- 26- **MARTIN G.J.**, (1995). Ethnobotany. A methods manual. Royal Botanic Gardens, Kew, UK. Chapman & Hall. 268 p.
- 27- **OUEDRAOGO A.S.**, (1995). *Parkia biglobosa* (Fabaceae) en Afrique de l'Ouest. Biosystématique et amélioration. Thèse. Univ. agron. Wagening. Inst. For. Nat. Res. IBN-DLO. Netherlands. 205 p.
- 28- **PENNINGTON T.D.**, 1991. The Genera of Sapotaceae. Royal Botanic Gardens, Kew.
- 29- **VIVIEN J.**, (1990). Fruitiers sauvages du Cameroun. *Fruits*, 45 : 291-307
- 30- **ZECH W.**, (1984). Etudes sur l'écologie des ligneux d'intérêt forestier dans l'Afrique de l'ouest semi-aride. 384 p.
- 31- **ZITAN L.**, (1995). Analyse des caractères morphologiques pour l'évaluation de la variabilité génétique du chêne-liège (*Quercus suber L.*) Mem. 3<sup>e</sup> cycle Agron. Inst. Agron. Vét. Hassan II. Maroc. 39 p.

# **ANNEXES**

## Annexe I

### Questionnaire d'enquête

Date :

Nom de l'enquêteur :

Nom de l'enquêté :

Village :

Sexe :

M ☐

F ☐

1- Connaissez-vous ce fruit ? (présenter le fruit de chaque morphotype).

Oui ☐ Non ☐

2- Selon vous existe-t-il d'autres types morphologiques de ce genre de fruit ? lesquels ?

.....

.....

3- A partir de ces échantillons des fruits (exposer les fruits des différents morphotypes), citez les noms des types morphologiques que vous connaissez selon votre appellation locale.

.....

.....

.....

4- Quelle est la signification de l'appellation locale que vous venez de confirmer ?

.....

.....

.....

5- Selon vous combien de variétés de Karité existe-t-il dans votre terroir ?

- .....

- .....

- .....

a. Quelles sont les variétés qui ont une fréquence spatiale élevée ?

- .....

- .....

- .....

b. Quelles sont celles qui ont une meilleure production en beurre ?

- .....

- .....

- .....

6- Avez-vous déjà grignoté une fois le fruit de la variété que vous venez d'identifier ?

Oui. ☐ Non ☐

Si oui, quel est le goût de sa pulpe comparativement aux fruits des autres variétés ?  
(encourager à la dégustation des fruits exposés).

.....

.....

7- Est-ce que toutes les variétés arrivent à la maturation à la même période ?

(scinder les variétés précoces de celles qui sont tardives ou intermédiaires).

.....

.....

## Annexe II

### Planche 1.



Photo : DJEKOTA C.

Nom scientifique : *Vitellaria paradoxa* subsp *paradoxa*

Type morphologique : **Taxon A**

Nom vernaculaire : *Bogrombaye* (Sara du Tchad)

Caractères macromorphologiques plus discriminants : **Grosse drupe ronde, lisse avec présence du reste de calice à la base du fruit.**

Autres caractères du taxon :

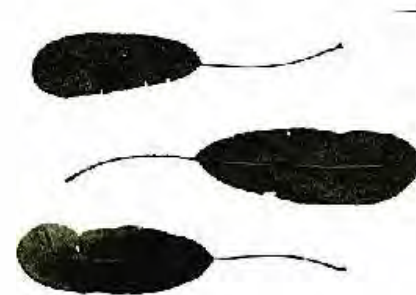
- Feuille :
  - Longueur : 20,7 à 24,2 cm (feuille moyenne)
  - Forme : Oblongue
  - Sommet : Arrondi
- Fruit :
  - Longueur : 2,9 à 3,6 cm
  - Largeur : 2,8 à 3,4 cm

Période de fructification : mi-juin à septembre (récolte intermédiaire)

Lieu de récolte : Kemkian, Sud du Tchad.



Taxon A : fruit isolé



Taxon A : feuilles isolées





Photo : DJEKOTA C.

## Planche 2.

Nom scientifique : *Vitellaria paradoxa* subsp *paradoxa*

Type morphologique : **Taxon B**

Nom vernaculaire : *Kiankos* (Sara du Tchad)

Caractère macromorphologique plus discriminant : **Base du fruit obconique.**

Autres caractères du taxon :

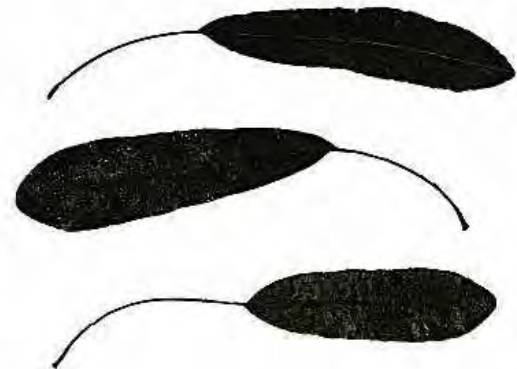
- Feuille :
  - Longueur : 22,7 à 24,0 cm (feuille moyenne)
  - Forme : Oblongue
  - Sommet : Arrondi
- Fruit :
  - Longueur : 3,6 à 5,5 cm
  - Largeur : 2,5 à 4,3 cm

Période de fructification : mai à juillet (**récolte précoce**)

Lieu de récolte : Kemkian, Sud du Tchad.



Taxon B : fruit isolé



Taxon B : feuilles isolées

### Taxon C



Photo : DJEKOTA C.

### Planche 3

Nom scientifique : *Vitellaria paradoxa* subsp *paradoxa*

Type morphologique : **Taxon C**

Nom vernaculaire : *Mbabéte* (Sara du Tchad)

Caractère macromorphologique plus discriminant : **Base du fruit acuminé.**

Autres caractères du taxon :

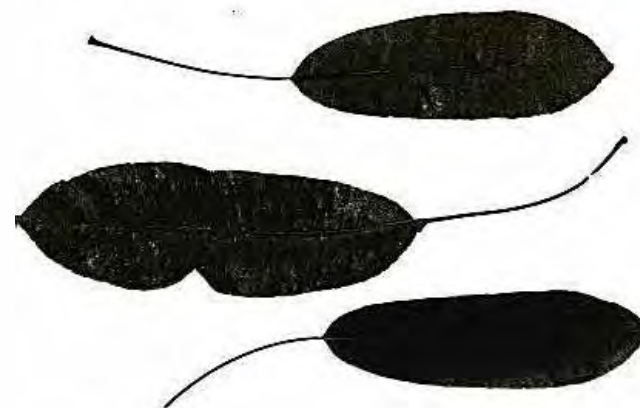
- Feuille :
  - o Longueur : 23,4 à 27,6 cm (**grande feuille**)
  - o Forme : Oblongue
  - o Sommet : **En coin**
- Fruit :
  - o Longueur : 4,1 à 5,3 cm
  - o Largeur : 3,5 à 3,8 cm

Période de fructification : mi-juin à septembre (récolte intermédiaire)

Lieu de récolte : Kemkian, Sud du Tchad.



Taxon C : fruit isolé



Taxon C : feuilles isolées



**Taxon D**



Photo : DJEKOTA C.

#### Planche 4.

Nom scientifique : *Vitellaria paradoxa* subsp *paradoxa*

Type morphologique : **Taxon D**

Nom vernaculaire : *Meingré* (Sara du Tchad)

Caractères macromorphologiques plus discriminants : **Petite drupe ronde, lisse avec absence du reste de calice à la base du fruit.**

Autres caractères du taxon :

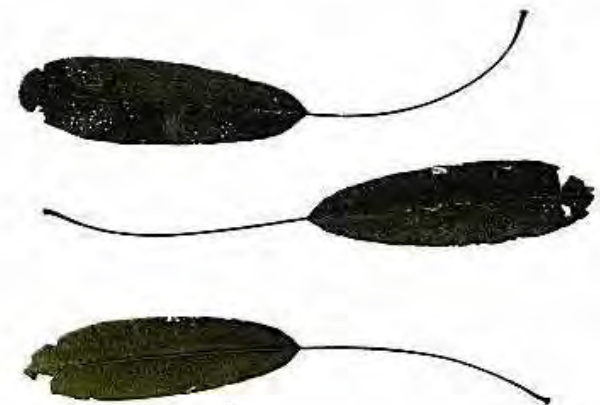
- Feuille :
  - Longueur : 21,9 à 23,4 cm (**petite feuille**)
  - Forme : Oblongue
  - Sommet : Arrondi
- Fruit :
  - Longueur : 2,4 à 3,4 cm
  - Largeur : 2,3 à 3,3 cm

Période de fructification : juillet à octobre (**récolte tardive**)

Lieu de récolte : Kemkian, Sud du Tchad.



Taxon D : fruit isolé



Taxon D : feuilles isolées

**Taxon E**



Photo : DJEKOTA C.

**Planche 5.**

Nom scientifique : *Vitellaria paradoxa* subsp *paradoxa*

Type morphologique : **Taxon E**

Nom vernaculaire : *Komane* (Sara du Tchad)

Caractères macromorphologiques plus discriminants : **grosse drupe ronde, et rigueuse au toucher avec absence du reste de calice à la base du fruit ;**

Autres caractères du taxon:

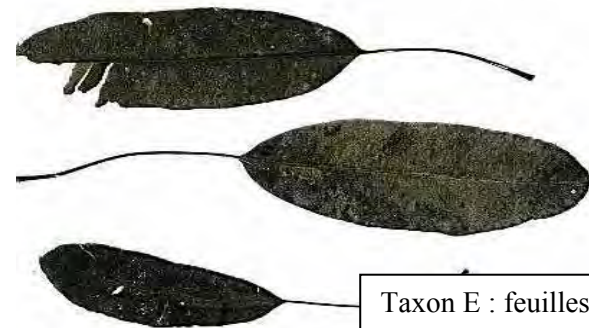
- Feuille :
  - o Longueur : 21,1 à 27,3 cm (**grande feuille**)
  - o Forme : Oblongue
  - o Sommet : Arrondi
- Fruit :
  - o Longueur : 3,8 à 4,7 cm
  - o Largeur : 3,1 à 3,5 cm

Période de fructification : mi-juin à septembre (récolte intermédiaire)

Lieu de récolte : Kemkian, Sud du Tchad.



Taxon E : fruit isolé



Taxon E : feuilles isolées



**Taxon F**



Photo : DJEKOTA C.

## Planche 6.

Nom scientifique : *Vitellaria paradoxa* subsp *paradoxa*

Type morphologique : **Taxon F**

Nom vernaculaire : *Ngoïtokoro* (Sara du Tchad)

Caractère macromorphologique plus discriminant : **Fruit ovale.**

Autres caractères du taxon :

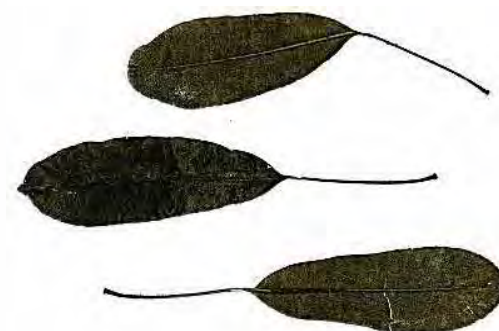
- Feuille :
  - Longueur : 20,3 à 23,1 cm (feuille moyenne)
  - Forme : Oblongue
  - Sommet : Arrondi
- Fruit :
  - Longueur : 3,7 à 5,4 cm
  - Largeur : 2,4 à 3,4 cm

Période de fructification : mi-juin à septembre (récolte intermédiaire)

Lieu de récolte : Kemkian, Sud du Tchad.



Taxon F : fruit isolé



Taxon F : feuilles isolées